

PDE | PRONATEC

PROGRAMA NACIONAL DE ACESSO AO ENSINO TÉCNICO E EMPREGO

UTRAMIG

Fundação de Educação para o Trabalho de Minas Gerais

CURSO TÉCNICO

TELECOMUNICAÇÕES

Etapa 1

Curso Técnico

TELECOMUNICAÇÕES

Etapa 1

PROFESSORES ORGANIZADORES DE CONTEÚDO

João Eduardo Antônio da Silva
Juliceli Márcia de Souza
Lana Paula Ricotta Nery
Luciano Machado Tomaz
Lunarde Lourenço S. Freitas
Vânia Fazito R. Teixeira

Curso Técnico

TELECOMUNICAÇÕES

Etapa 1

CONTEÚDOS ESPECÍFICOS	PÁGINA
Disciplinas Instrumentais	
Matemática aplicada	3
Responsabilidade Social	95
Disciplinas Profissionalizantes	
Eletricidade Básica	163
Eletrônica Analógica Aplicada	235
Eletrônica Digital / Teoria e Prática	299
Sistema de Comunicação de Dados /Teoria e Prática	367
Sistema de Telecomunicações /Teoria e Prática	403

CURSO TÉCNICO EM

TELECOMUNICAÇÕES

ETAPA 1

MATEMÁTICA APLICADA

Índice

1- SISTEMA MÉTRICO DECIMAL 9

1.1- MEDIDA DE COMPRIMENTO 9

1.1.1- Quadro da medida de comprimento 9

1.1.2- Transformar unidades 9

1.1.3- Equivalências 10

1.1.4 - Exercícios 11

1.2- MEDIDA DE SUPERFÍCIE OU ÁREA 12

1.2.1 - Quadro da medida de superfície ou área 12

1.2.2.- Transformar unidades 12

1.2.3.- Exercícios 13

1.3- MEDIDA DE VOLUME 14

1.3.1 - Quadro da medida de volume 14

1.3.2- Transformar unidades 14

1.3.3 - Exercícios 15

1.4- MEDIDA DE CAPACIDADE 15

1.4.1 -Quadro da medida de capacidade 16

1.4.2 - Transformar unidades 16

1.4.3 - Relação entre as medidas de capacidade e as medidas de volume 16

1.4.4 - Exercícios 17

1.5 - MEDIDA DE MASSA 17

1.5.1 - Quadro da medida de massa 17

1.5.2 - Transformar unidades 17

1.5.3- Exercícios 18

2 - POTÊNCIA DE DEZ 19

2.1 - OPERAÇÕES COM POTÊNCIA DE DEZ: 20

2.1.1 - Adição e Subtração 20

2.1.2 - Multiplicação 20

2.1.3 - Divisão 21

2.1.4 -Potenciação 21

2.1.5 - Radiciação 22

2.2 - EXPRESSÕES COM POTÊNCIA DE DEZ 23

2.2.1 -Exercícios 24

3 - ORDEM DE GRANDEZA 25

3. 1 - Exercícios 25

4- RAZÃO, PROPORÇÃO E FATORAÇÃO 26

4.1- RAZÃO 26

4.2 - PROPORÇÃO 29

4.2.1 – Propriedade Fundamental das Proporções 31

4.2.2 - Resolução de uma proporção 32

4.2.3 – Exercícios 33

4.3 – FATORAÇÃO 34

5 – SISTEMAS LINEARES 38
5.1- EQUAÇÕES LINEARES 38
5.2 – SISTEMA DE EQUAÇÕES LINEARES 39
5.2.1 - Solução de um sistema linear 39
5.2.2 – Sistemas lineares homogêneos 40
5.2.3 - Classificação dos Sistemas Lineares 40
5.3.1 - Resolução pelo método da adição 41
5.3.2 - Interpretação geométrica dos sistemas lineares 2 X 2 41
5.3.2.1 – Exercícios 42
5.3.3 – Sistemas Lineares 3X3 43
5.4 – REGRA DE CRAMER 43
5.4.1 – Resolução de sistemas pela regra de Cramer 43
5.5 – Exercícios 44

6- TRIGONOMETRIA NO TRIÂNGULO RETÂNGULO 47
6.1 – NOÇÕES FUNDAMENTAIS 47
6.2 – RAZÕES TRIGONOMÉTRICAS NO TRIÂNGULO RETÂNGULO 48
6.3 - EXERCÍCIOS 49

7 – FUNÇÕES 52
7.1- FUNÇÃO POLIMONIAL DO 1º GRAU 52
7.1.1 – Zero da Função Polimonial do 1º Grau 52
7.1.1.1 – Exercícios 53
7.1.2 – Gráfico da Função Polimonial do 1º Grau 53
7.1.2.1 - Exercícios : 55
7.2 – FUNÇÃO QUADRÁTICA 55
7.2.1 – Zeros da função quadrática 55
7.2.2 – Exercícios 56

8 - EQUAÇÃO EXPONENCIAL 56
8.1 - FUNÇÃO EXPONENCIAL 56
8.2 - LISTA DE EXERCíCIOS EQUAÇÕES EXPONENCIAIS 60

9- LOGARÍTMOS 61
9.1 FUNÇÃO LOGARÍTMICA 64
9.2-GRÁFICO CARTESIANO DA FUNÇÃO LOGARÍTMICA 64
9.3 - EQUAÇÕES LOGARÍTMICAS 66
9.4 - LISTA DE EXERCÍCIOS - LOGARITMO 67

10 – CICLO TRIGONOMÉTRICO 69
10.1 - FUNÇÃO CIRCULARES 70
10.1.1 – Função Seno 70
10.1.1.1 – Exercícios 72
10.1.2 – FUNÇÃO COSSENO 72
10.1.2.1 - Exercícios: 74
10.1.3 – FUNÇÃO TANGENTE 74
10.1.3.1 – Exercícios: 75

11– NÚMEROS COMPLEXOS 76
11.1- CONJUNTOS NUMÉRICOS 77
11.3 – IDENTIFICAÇÃO DE UM NÚMERO COMPLEXO 79
11.4 – PLANO DE ARGAND – GAUSS 79
11.4.1 – Exercícios 80
11.5 OPERAÇÕES COM NÚMEROS COMPLEXOS 81
11.5.1 – Exercícios 81
11.7 MÓDULO DE UM NÚMERO COMPLEXO 84
11.7.1) Exercícios: 84
11.8 FORMA TRIGONOMÉTRICA DE UM NÚMERO COMPLEXO 85
11.8.1 Exercícios : 86

LEITURA COMPLEMENTAR: 88

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA 94

CONJUNTO DE OBJETIVOS DA DISCIPLINA:

- Aplicar o conteúdo matemático Sistema Métrico Decimal no curso Técnico de Telecomunicações com o propósito de o aluno identificar e efetuar as mudanças das unidades das medidas de comprimento, superfície ou área, volume, capacidade e massa.
- Compreender potência de dez, efetuar as operações de potência de dez e relacionar esse conteúdo com as disciplinas técnicas do curso Técnico de Telecomunicações.
- Saber o significado de ordem de grandeza e efetuar suas operações
- Interpretar o conceito de razão, identificar os termos de uma razão, representar matematicamente, a razão de dois números racionais a e b($b \neq 0$), identificar proporção como a igualdade de duas razões, resolver problemas aplicando as propriedades da proporção, com o propósito de aluno relacionar esse conteúdo com as disciplinas do
  curso de Telecomunicações.
- Determinar, corretamente a forma fatorada de um número, reconhecer e aplicar os diversos casos de fatoração, tais como, colocação de um fator comum em evidência, agrupamento, diferença de dois quadrados, trinômio quadrado perfeito, com objetivo de aplicar esses conteúdos nas disciplinas técnicas do curso de Telecomunicações.
- Identificar uma equação algébrica com duas e três variáveis.
- Compreender, classificar e interpretar geometricamente um sistema linear, resolver o sistema de ordem 2 utilizando os processos de adição, substituição e comparação , relacionar esse conteúdo com as disciplinas técnicas.
- Efetuar o sistema linear de ordem 3 utilizando os processos de Escalonamento, Regra de Cramer e Substituição , relacionar esse conteúdo com as disciplinas técnicas do curso de Telecomunicações Identificar os elementos de um triângulo retângulo e associar a cada um a sua medida, aplicar as definições do seno, cosseno e tangente de um ângulo, num triângulo retângulo, relacionar esse conteúdo com as disciplinas técnicas.
- Conceituar funções, distinguir função do primeiro grau, reconhecer função quadrática e aplicar esses conteúdos nas disciplinas da área técnica de Telecomunicações.

- Reconhecer um ciclo trigonométrico, compreender funções circulares, identificar gráfico do seno, cosseno e tangente de um ângulo e efetuar as operações desses conteúdos, relacionar esses conteúdos com as disciplinas técnicas do curso de Telecomunicações
- Compreender números complexos, identificar os tipos de complexos: retangular, polar , exponencial e trigonométrica.
- Efetuar as operações do complexo na forma retangular, polar e trigonométrica.
- Transformar os complexos da forma retangular para polar e vice versa, forma retangular para trigonométrica e vice versa, relacionar esses conteúdos nos conteúdos técnicos.

CARGA HORÁRIA TOTAL DA DISCIPLINA: 40 AULAS

DISTRIBUIÇÃO DOS PONTOS
1º BIMESTRE

ATIVIDADES	PONTUAÇÃO
Critério do Professor	20 pts
PROVA BIMESTRAL	20 pts

2º BIMESTRE

ATIVIDADES	PONTUAÇÃO
Critério do Professor	20 pts
Feira da Matemática	10 pts
PROVA BIMESTRAL	30 pts

1- SISTEMA MÉTRICO DECIMAL

Na França, em 1793, foi adotado um sistema de medidas mais prático e eficiente. É o sistema métrico decimal dividido das seguintes medidas: comprimento, superfície ou área, volume, capacidade e massa. O Brasil aderiu este sistema em 1862.

1.1- MEDIDA DE COMPRIMENTO

Serve para medir distância. A unidade padrão é o metro, obtendo múltiplos e seus submúltiplos.

Múltiplos: km (quilômetro), hm (hectômetro), dam (decâmetro),

Submúltiplos: dm (decímetro), cm(centímetro) e mm(milímetro).

1.1.1- Quadro da medida de comprimento

Km	hm	dam	m	dm	cm	mm
1000 m	100m	10m	1m	0,1m	0,01m	0,001m

As sucessivas unidades variam de 10 em 10, isto é, de uma unidade para outra se multiplica ou se divide 10 unidades.

1.1.2- Transformar unidades

Exemplos:
a) Transforme 17,475hm em m
Para transformar hm (hectômetro) em m (metro) - observe que são duas casas à direita - multiplicamos por 100, ou seja, (10 x 10).
Assim:
17,475 x 100 = 1747,50 → 17,475 hm = 1747,50m

b) Transforme 186,8m em dam.
Para transformar m (metro) em dam (decâmetro) – observe que é uma casa à esquerda – dividimos por 10.
186,8 ÷ 10 = 18,68

Ou seja:
186,8m = 18,68dam

c) Transforme 2,462 dam em cm

Para transformar dam (decâmetro) em cm (centímetro) – observe que são três casas à direita – multiplicamos por 1000, ou seja, (10 x 10 x 10).
2,462 x 1000 = 2462
Ou seja:

2,462dam = 2462cm

1.1.3- Equivalências

1 polegada = 1" = 25,4 mm = 0,0254 m
1 pé = 1' = 30,4799 cm = 0,304799 m
1 jarda = 1 yd = 0,914399 m
1 milha terrestre = 1.609,3 m
1 milha marítima = 1852 m

Múltiplo	Nome	Símbolo	Múltiplo	Nome	Símbolo
10^0	metro	m	10^0	metro	m
10^1	decâmetro	dam	10^{-1}	decímetro	dm
10^2	hectômetro / / hectómetro	hm	10^{-2}	centímetro	cm
10^3	quilômetro / / quilómetro	km	10^{-3}	milímetro	mm
10^6	megametro	Mm	10^{-6}	micrômetro	µm
10^9	gigametro	Gm	10^{-9}	nanômetro	nm
10^{12}	terametro	Tm	10^{-12}	picômetro	pm
10^{15}	petametro	Pm	10^{-15}	femtômetro	fm
10^{18}	exametro	Em	10^{-18}	attômetro	am
10^{21}	zettametro	Zm	10^{-21}	zeptômetro	zm
10^{24}	yottametro	Ym	10^{-24}	yoctômetro	ym

1.1.4 - Exercícios

1) Faça as transformações:

a) 2 m = cm
b) 25 cm = mm
c) 0,05 dm = km
d) 68 mm = cm
e) 8,3 cm = dm
f) 3,45 km = m
g) 0,003 cm = mm
h) 1 mm = km
i) 0,34 dm= dam
j) 5,33 hm= cm
k) 54,32 km= m
l) 845,78 mm= dam
m) 3,3 mm = hm
n) 87,45 dam = mm
o) 543,2 cm= km

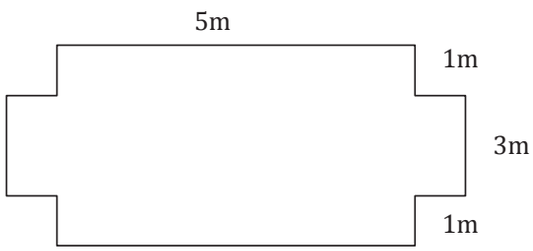
2) Dê o resultado em cm:
34,3 km + 0,05 hm + 0,001 mm + 78,63 dam

3) Responda:

a) Uma aeronave voa a uma altura de 9 400 m. Qual é a altura da aeronave em km?

b) A rua de uma cidade X tem 4,25 km de extensão. Qual é o comprimento da rua, em m?

c) O formato de um laboratório de eletrônica é descrito conforme a figura abaixo, calcule seu perímetro em metros.



4) Determinar o perímetro de um quadrado cujo lado mede 3,2 cm. Dê o resultado em metros.

5) Para se fazer um trabalho de instalação de interfone, um técnico em eletrônica
precisou de cabos eletrônicos. Cada rolo contém 10 m deste fio e ele utilizará 10 rolos. Quantos metros foi utilizado no total?

1.2- MEDIDA DE SUPERFÍCIE OU ÁREA

Serve para medir área. A unidade padrão é o metro ao quadrado

Múltiplos: km² , hm² e dam²

Submúltiplos: dm², cm² e mm²

1.2.1 - Quadro da medida de superfície ou área

km^2	hm^2	dam^2	m^2	dm^2	cm^2	mm^2
1 000 000 m^2	10 000 m^2	100 m^2	1 m^2	0,01 m^2	0,0001 m^2	0,000001 m^2

As sucessivas unidades variam de 100 em 100, isto é, de uma unidade para outra se multiplica ou se divide 100 unidades.

1.2.2.- Transformar unidades

Exemplos:

a) Transforme 23,275 em m²

Para transformar hm² (hectômetro ao quadrado) em m² (metro ao quadrado) - observe que são duas casas à direita - multiplicamos por 10000, ou seja, (100 x 100).
Assim, 23,275 x 10000 = 232 750 →23,275 hm² = 232 750 m

b) Transforme 186,8m² em dam².
Para transformar m² (metro ao quadrado) em dam² (decâmetro ao quadrado) – observe que é uma casa à esquerda – dividimos por 100
186,8 ÷ 00 = 1,868
Ou seja:
186,8m² = 1,868 dam²

Obs.: Para se medir fazendas, sítios, etc., usam-se as medidas agrárias
centiare (ca) = m²
are (a) = dam²
hectare (há) = hm²

1.2.3.- Exercícios

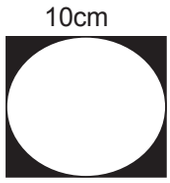
1) Faça as transformações:

a) 3 m^2= cm^2
b) 5 cm^2 = mm^2
c) 405 dm^2 = km^2
d) 77m^2= cm^2
e) 93 cm^2 = dm^2
f) 245 km^2= hm^2
g) 1,2 dam^2 cm^2
h) 1 mm^2 = km^2
i) 0,34 dm^2= dam^2
j) 5,33 hm^2= cm^2
k) 54,32 km^2 = m^2
l) 845,78 mm^2= dam^2
m) 3,3 mm^2 = hm^2
n) 87,45 dam^2= mm^2
o) 543,2 cm^2= km^2

2) O piso de uma sala de aula do curso de eletrônica é formado por 3000 tacos retangulares de 21 cm por 7 cm cada um. Qual é, em m^2 , a área desta sala?

3) O lado de um quadrado mede 5 cm, calcule sua área.

4) Calcule a área hachurada da figura abaixo:



1.3- MEDIDA DE VOLUME

Serve para medir sólidos. A unidade padrão é o metro cúbico, obtendo múltiplos e seus submúltiplos.

Múltiplos: km³ (quilômetro cúbico), hm³ (hectômetro cúbico), dam³ (decâmetro cúbico).

Submúltiplos: dm³ (decímetro cúbico), cm³ (centímetro cúbico) e mm³ (milímetro cúbico).

1.3.1 - Quadro da medida de volume

km³	hm³	dam³	m³	dm³	cm³	mm³
1000 000 000 m^3	1000 000 m^3	1 000 m^3	1 m^3	0,001 m^3	0,000001m^3	0,000000001 m^3

As sucessivas unidades variam de 1000 em 1000, isto é, de uma unidade para outra se multiplica ou se divide 1000 unidades.

1.3.2- Transformar unidades

Exemplo:
a) Transforme 6 m³ em dm^3
Para transformar m³ (metro cúbico) em dm³ (decímetro cúbico) - observe que é uma casa à direita - multiplicamos por 1000.
Assim, 6 x 1000 = 6 000 → 6 m³ = 6 000 dm³

b) Transforme 8,2 m³ em dam³.
Para transformar m³ (metro cúbico) em dam³ (decâmetro cúbico) – observe que é uma casa à esquerda – dividimos por 1000
8,2 ÷ 1000 = 0,0082
Ou seja:
8,2 m³ = 0,0082 dam³

1.3.3 – Exercícios

1) Faça as transformações:

a) 78,5 m^3 = mm^3
b) 0,003 cm^3 = km^3
c) 2 mm^3 = hm^3
d) 0,34 cm^3= km^3
e) 22,7 dm^3 = dam^3
f) 887,3 km^3 = dm^3
g) 3,3 cm^3 = mm^3
h) 0,0001 mm^3= km^3
i) 54,32 hm^3 = dm^3
j) 5 km^3 = cm^3
k) 67,98 km^3 = dam^3
l) 9 cm^3 = dm^3
m) 7,6 dam^3 = hm^3
n) 8 km^3 = dam^3
o) 0,00043 mm^3 = dm^3

2) Determine o volume de um paralelepípedo retângulo de dimensões 40cm, 30 cm e 15 cm.

3) Um peso de um fio de prumo tem a forma cônica com 2 cm de diâmetro e 6 cm de altura. Calcule seu volume.

1.4- MEDIDA DE CAPACIDADE

Serve para medir líquidos. A unidade fundamental é o litro (ℓ) obtendo múltiplos e seus submúltiplos.
Litro é a capacidade de um cubo que tem 1dm de aresta.

Múltiplos: kl (quilolitro), hl (hectolitro), dal (decalitro).

Submúltiplos: dl(decilitro), cl(centilitro) e ml(mililitro).

1.4.1 -Quadro da medida de capacidade

kilolitro	hectolitro	decalitro	litro	decilitro	centilitro	mililitro
kℓ	hℓ	daℓ	ℓ	dℓ	cℓ	mℓ
1000 ℓ	100 ℓ	10 ℓ	1 ℓ	0,1 ℓ	0,01 ℓ	0,001 ℓ

As sucessivas unidades variam de 10 em 10, isto é, de uma unidade para outra se multiplica ou se divide 10 unidades.

1.4.2 - Transformar unidades

Exemplo:
a) Transforme 18,4275 em ℓ

Para transformar kl (quilolitro) em ℓ (litro) - observe que são três casas à direita - multiplicamos por 1000 ou seja, (10 x 10 x 10).
Assim:
18,4275 x 1000 = 18427,5 → 18, 4275 kℓ = 18427,5 ℓ

b) Transforme 3,2 mℓ em ℓ
Para transformar mℓ (mililitro) em ℓ (litro) – observe que são três casas à esquerda – dividimos por 1000.
3,2 ÷ 1000 = 0,0032
Ou seja:
3,2 mℓ = 0,0032 ℓ

1.4.3 - Relação entre as medidas de capacidade e as medidas de volume

$1\ \ell = 1\text{dm}^3$
$1\ \text{m}\ell = 1\text{cm}^3$

Exemplo:

a) Transformar 2 m³ em ℓ
2 m³ = (2 x 1 000) dm³ = 2 000 dm³ = 2 000 ℓ

b) Transformar 6 ℓ em cm³
6 ℓ = 6 dm³ = (6 x 1 000) cm³ = 6 000 cm³

1.5.4 - Exercícios

1) Transforme as medidas abaixo:

a) 10 m³ = ℓ
b) 9,3 daℓ = cl
c) 4 k ℓ = mℓ
d) 33,72 hℓ = ℓ
e) 0,987 cm³ = mℓ
f) 8 kℓ = m³
g) 23,8 daℓ = mm³
i) 6,32 hℓ = km³
h) 56,87 cℓ = dam³

1.5 - MEDIDA DE MASSA

Serve para medir peso. A unidade fundamental e legal é o quilograma (kg) e a unidade principal é o grama (g).

Múltiplos : kg (quilograma), hg (hectograma), dag (decagrama).

Submúltiplos: dg (decigrama), cg(centigrama), mg (miligrama).

1.5.1 - Quadro da medida de massa

quilograma	hectograma	decagrama	grama	decigrama	centigrama	miligrama
kg	hg	dag	g	dg	cg	mg
1 000 g	100 g	10 g	1	0,1 g	0,01 g	0,001 g

As sucessivas unidades variam de 10 em 10, isto é, de uma unidade para outra se multiplica ou se divide 10 unidades.

1.5.2 - Transformar unidades

Exemplo:
a) Transforme 1,9475 em g.

Para transformar kg (quilograma) em g (grama) - observe que são três casas à direita - multiplicamos por 1000 , ou seja, (10 x 10 x 10).

Assim:
1,9475 x 1000 = 1947,5 →1,9475 kg = 1947,5 g

b) Transforme 186,8 dg em g.
Para transformar dg (decigrama) em g (grama) – observe que é uma casa à esquerda – dividimos por 10.
186,8 ÷ 10 = 18,68

Ou seja:
186,8dg = 18,68 g

1.5.3- Exercícios

1) Transforme as medidas abaixo:

a) 10 g = kg
b) 9,3 kg = g
c) 4 mg = cg
d) 33,72 hg = mg
e) 0,987 dg = dag
f) 8 hg = mg
g) 23,8 dag = g
i) 6,32 kg = mg
h) 56,87 mg = kg

2) Uma bola de futebol, oficial, deve pesar 420 g. Se juntarmos 6 bolas iguais a esta, quanto teremos de peso?

1.6 - UNIDADES NO SISTEMA MKS

Quantidade	Unidade	Quantidade	Unidade
Comprimento	metro m	Carga	coulomb C
Massa	quilograma kg	Potencial	volt (vóltio) V
Tempo	segundo s	Corrente	ampére A
Força	newton N	Resistência R	ohm (ômio) Ω
Energia	joule J	Indutância L	henry (hênrio) II
Potência	watt W	Capacitância C	farad F

2 - POTÊNCIA DE DEZ

É a forma compacta de se expressar números grandes ou pequenos demais acompanhado com a potência de dez.

Exemplo: 750 000 = 75×10^4

750×10^3

$7{,}5 \times 10^5$

$0{,}75 \times 10^6$

Número na notação científica de potência de dez: é aquele número que pode ser expresso como o produto de um número compreendido entre 1 e 10, por uma potência de dez adequada.

Exemplo: 750 000 = $7{,}5 \times 10^5$

Valores aproximados de algumas distâncias em metros.

$1{,}8 \times 10^{25}$	— Distância à mais longínqua galáxia já fotografada.
$1{,}6 \times 10^{22}$	— Distância à grande nebulosa de Andrômeda (galáxia mais próxima).
$3{,}8 \times 10^{20}$	— Distância do Sol ao centro de nossa galáxia.
$9{,}46 \times 10^{15}$	— Um ano-luz (distância que a luz percorre em um ano).
$1{,}5 \times 10^{11}$	— Distância da Terra ao Sol.
6×10^{6}	— Raio da Terra.
8×10^{3}	— Altura do monte Everest.
2	— Altura de um homem.
5×10^{-3}	— Tamanho de uma formiga.
$1{,}5 \times 10^{-5}$	— Tamanho de um vírus.
5×10^{-7}	— Comprimento de onda da luz.
10^{-10}	— Diâmetro do átomo de hidrogênio.
10^{-15}	— Diâmetro do próton.

2.1 - OPERAÇÕES COM POTÊNCIA DE DEZ:

2.1.1 - Adição e Subtração

Para adicionar ou subtrair potências de dez é necessário que os expoentes estejam iguais.

Exemplo:

a) $4,3 \times 10^3 + 0,25 \times 10^3 = 4,55 \times 10^3$ (Adiciona os números decimais e conserva a potência).

b) $85,6 \times 10^3 + 0,062 \times 10^5$ (Quando os expoentes estiverem diferentes é necessário igualá-los):

1° modo: conserva-se a primeira potência de dez e t ransforma a segunda no mesmo expoente da primeira potência.

$85,6 \times 10^3 + 6,2 \times 10^3 = 91,8 \times 10^3$
$= 9,18 \times 10^4$ (resultado em notação científica de potência de dez) ou

2° modo: conserva-se a segunda potência de dez e tr ansforma a primeira no mesmo expoente da segunda potência.

$0,856 \times 10^5 + 0,062 \times 10^5 = 0,918 \times 10^5$
$= 9,18 \times 10^4$ (resultado em notação científica de potência de dez).

2.1.2 - Multiplicação

Para multiplicar potências de dez, é necessário multiplicar os números e depois as potências.

Exemplo:

$(56,7 \times 10^7)\ (2,1 \times 10^3) =$
$56,7 \times 2,1 = 119,07$
$10^7 \times 10^3 = 10^{7+3} = 10^{10}$
logo,
$(56,7 \times 10^7)\ (2,1 \times 10^3) = 119,07 \times 10^{10}$
$= 1,1907 \times 10^{12}$ (notação científica de potência de dez)

2.1.3 - Divisão

Para dividir potências de dez, é necessário dividir os números e em seguida as potências.

Exemplo:

$$\frac{45{,}2 \times 10^6}{2{,}35 \times 10^2} =$$

Então:

$\frac{45{,}2 \times 10^6}{2{,}35 \times 10^2} = 19{,}23 \times 10^{6-2} = 19{,}23 \times 10^4 = 1{,}923 \times 10^5$ (notação científica de potência de dez)

2.1.4 -Potenciação

Lembrando algumas propriedades da potência:

a) $a^n \cdot a^m = a^{n+m}$

b)) $a^n : a^m = a^{n-m}$, $a \neq 0$

c) $(a \cdot b)^n = a^n \cdot b^n$

d) $(a^n)^m = a^{n.m}$

e) $\left(\frac{a}{b}\right)^n$, $b \neq 0 = \frac{a^n}{b^n}$

e) $a^{-n} = \frac{1}{a^n}$, $a \neq 0$

f) $a^\circ = 1$

g) $a^1 = a$

A potenciação da potência de dez, é necessário aplicar a propriedade $(a.b)^n$ e em seguida a $(a^n)^m$.

Exemplo:

$(3,4 \times 10^3)^2 = 3,4^2 \times (10^3)^2 = 11,56 \times 10^{3.2}$
$= 11,56 \times 10^6$
$= 1,156 \times 10^7$ (resultado em notação cientifica de potência de dez)

2.1.5 - Radiciação

Lembrando algumas propriedades da radiciação:

a) $\sqrt[n]{a^m} = a^{m/n}$

b) $\sqrt[n]{a^n} = a$

c) $\left(\sqrt[n]{a}\right)^m = \sqrt[n]{a^m}$

d) $\sqrt[n]{a.b} = \sqrt[n]{a} . \sqrt[n]{b}$

e) $\sqrt[n]{\sqrt[m]{a}} = \sqrt[n.m]{a}$

f) $\sqrt[n]{\frac{a}{b}} = \frac{\sqrt[n]{a}}{\sqrt[n]{b}}$, $b \neq 0$

A radiciação da potência de dez é necessária aplicar a propriedade $\sqrt[n]{a.b} = \sqrt[n]{a} . \sqrt[n]{b}$

e depois $\sqrt[n]{a^m} = a^{m/n}$

Ex.: $\sqrt{2,5x10^3} = \sqrt{25x10^2}$
$= \sqrt{25} \times \sqrt{10^2}$
$= 5 \times 10$

2.2 - EXPRESSÕES COM POTÊNCIA DE DEZ

Para efetuar uma expressão com potência de dez é necessário seguir as regras de expressões numéricas ou algébricas:

Efetuar por ordem de:
1º) potenciação e radiciação
2º) multiplicação ou divisão
3º) adição e subtração

E se tiver parênteses, colchetes e chaves , é necessário efetuar as operações primeiro em parênteses em seguida em colchetes e depois as chaves.

Ex: $\frac{(3{,}2 \times 10^3)(5{,}1 \times 10^2) + (4{,}3 \times 10^3)}{(1 \times 10^2)^2}$

1º - No numerador é necessário resolver a multiplicação e depois a adição. No denominador, resolva-se a potenciação.
2° - O resultado do numerador divide-se com o resu ltado do denominador.

$$= \frac{(16{,}23 \times 10^5) + (4{,}3 \times 10^3)}{1 \times 10^4}$$

$$= \frac{(16{,}23 \times 10^5) + (0{,}043 \times 10^5)}{1 \times 10^4}$$

$$= \frac{16{,}273 \times 10^5}{1 \times 10^4} = 6{,}273 \times 10 = 1{,}6273 \times 10^2$$ (resultado em notação científica de potência de dez)

Obs: Existem outras formas de solucionar.

2.2.1 -Exercícios

1) Efetue as operações aplicando as respectivas propriedades:

a) $10^2 \times 10^3 \times 10^6 =$
b) $10^8 : 10^2 =$
c) $10^5 : 10^{-4} =$
d) $(10^2)^3 . 10^{-8} =$
e) $(3 \times 10^2)^3 =$
f) $\sqrt{1,6x10^3} =$
g) $\sqrt{\sqrt{2^4 x10^{16}}} =$

i) $10 \times 10^2 \times 10^3 =$
$10^3 \times 10^{-7}$

2) Efetue as operações com potência de dez e dê o resultado em notação científica de potência de dez:

a) $7,54 \times 10^8 - 6,432 \times 10^6 =$
b) $0,532 \times 10^3 + 1,543 \times 10^3 =$
c) $5,7 \times 10^{-4} – 2,456 \times 10^{-6} =$
d)$(8,23 \times 10^5) (3,23 \times 10^{11})=$
e) $(5,345 \times 10^{-10}) : (23,5 \times 10^{-6}) =$
f) $(0,42 \times 10^2)^3$

3) Determine o resultado da expressão seguinte e dê o resultado em notação científica de potência de dez:

a)$[(3,3 \times 10^{20})(58,7 \times 10^2)] + (1,45 \times 10^{15})$
$(2,1 \times 10^2) (1,2 \times 10)$

b) $\dfrac{(5,4x10^2)^3(\sqrt{2,5x10^9})}{(24,8x10^3) : (6,5x10^2)}$

c) $\dfrac{(2,65 \times 10^3)^2}{1,5 \times 10^3}$

3 - ORDEM DE GRANDEZA

Ordem de grandeza de um número é a potência de dez mais próxima desse número.

Exemplo:

900 =
$10 < 900 < 1000 = 10^3$

Existe outra maneira mais fácil de resolver:

Coloca-se o número em notação científica de potência de dez e depois analisa se este número acompanhado da potencia está mais perto da potência 10^0 ou 10 . Em seguida faz a multiplicação das potência alcançando o resultado.

Exemplo:

a) $900 = 9 \times 10^2 = 10 \times 10^2 = 10^3$
b) $0{,}000045 = 4{,}5 \times 10^{-5} = 10^0 \times 10^{-5} = 10^{-5}$
c) $880.000 = 8{,}8 \times 10^5 = 10 \times 10^5 = 10^6$

3. 1 - Exercícios

1) Calcule a ordem de grandeza dos seguintes números:

a) 0,00067=
b) 987 000=
c) 0,0034=
d) 534.000.000=
e) $345{,}67 \times 10^3 =$
f) $0{,}0000895 \times 10^{-7} =$
g) $985{,}23 \times 10^2 =$
h) $3{,}3 \times 10 =$
i) 220=
j) 77,34 =

2) Calcule a ordem de grandeza do número de gotas de água que cabem em uma banheira.

3) A massa da terra é 5 980 000 000 000 000 000 000 000 , calcule a ordem de grandeza desse número.

4) O diâmetro do núcleo de urânio é 0,000 000 000 000 001. Calcule sua ordem de grandeza.

4- RAZÃO, PROPORÇÃO E FATORAÇÃO

4.1- RAZÃO

Razão de dois números racionais (com o segundo diferente de zero) é o quociente do primeiro pelo segundo.

A razão de dois números racionais a e b pode ser representada na forma $\frac{a}{b}$ ou na forma a : b ; em ambos os casos lê-se : "razão de a para b"ou "a para b.

O primeiro número denomina-se **antecedente** e o segundo, **consequente.**

$$\frac{a}{b} \begin{matrix} \rightarrow \text{Antecedente} \\ \rightarrow \text{Consequente} \end{matrix}$$

Exemplos:

1) Determinar a razão de 20 para 16.

$\frac{20}{16} = \frac{5}{4}$ ⟶ Fração irredutível que corresponde à razão pedida

2) Uma prova de matemática tem 10 questões. Um aluno acertou 8 destas questões. Determinar:

a) a razão do número de questões que acertou para o número total de questões:

$\frac{8}{10} = \frac{4}{5}$

b) a razão do número de questões que errou para o número de questões que acertou:

$\frac{2}{8} = \frac{1}{4}$

c) Numa Classe de 50 alunos, 10 forma reprovados. Pede-se a razão do número de reprovados para o número de alunos da classe.

$$\frac{10}{50} = \frac{1}{5}$$

d) Na minha casa, a área construída é de 120 m^2, e a área livre é de 80 m^2. Qual é a razão da área construída para a área livre?

$$\frac{120}{80} = \frac{3}{2}$$

3) Você sabe que a área do quadrado é igual ao quadrado da medida do lado. Dois terrenos quadrados têm, respectivamente, 10m e 20 m de lado. Qual é a razão da área do 1º terreno para a área do 2º terreno?

Área do 1º terreno = $(10m)^2 = 100m^2$
Área do 2º terreno = $(20m)^2 = 400m^2$ $\Big\}$ $\frac{10}{400} = \frac{1}{4}$

4.1.2 – Exercícios

1) Determine a razão do primeiro número para o segundo:

a) 1 e 3=

b) 2 e 8=

c) 12 e 24=

d) 6 e 3 =

e) 10 e 50=

f) 48 e 72=

2) Resolva os problemas:

a) Uma mercadoria, acondicionada numa embalagem de papelão, possui 200g de peso líquido e 250g de peso bruto. Qual a razão do peso líquido para o peso bruto?

b) Um retângulo A tem 10cm e 15cm dimensões, enquanto as dimensões de um retângulo B são 10cm e 20cm. Qual é a razão entre a área do retângulo A e a área do retângulo B?

c) Numa prova de Matemática, um aluno acertou 12 questões sobre as 20 questões que foram dadas. Qual é a razão do número de questões que ele acertou para o número de questões da prova?

d) O volume de um cubo é igual ao cubo da medida da aresta. Qual é a razão entre os volumes de dois cubos cujas arestas medem 4cm e 8cm, respectivamente?

e) Uma equipe de futebol apresenta o seguinte retrospecto durante o ano de 2013: 30 vitórias, 18 empates e 12 derrotas. Qual a razão do número de vitórias para o número de partidas disputadas?

3) Em uma classe de 36 alunos, 28 foram aprovados. Determine a razão entre o número de alunos aprovados e o total da classe.

4) Determine a razão entre os preços de uma par de sapatos e um livro que custam respectivamente, R$80,00 e R$14,00.

5) Qual é a razão entre o comprimento e a largura de uma sala de aula, que medem respectivamente 14m e 8m?

6) Determine as razões:

a) 0,4km e 6hm=

b)24,3cm e 2m=

c)$8m^2$ e $12dm^2$ =

d)0,150kg e 850g=

7) Escreva a razão de 3 toneladas para 4.500kg.

8) Qual é a razão entre a altura de Beatriz (altura 150cm) e a altura de Clóvis (altura: 120cm)?

9) Qual é a razão entre as áreas de um quadrado A com 4cm de lado e de um quadrado B com 8mm de lado?

10) Se com 40 laranjas é possível fazer 26 litros de suco, quantos litros de suco serão obtidos com 25 laranjas?

11) Um fio de cobre, ao ser submetido a uma tensão de 12V, deixa passar uma corrente de 0,2A. Determinar a resistência do fio.

12)Qual é a resistência de um ferro de soldar que solicita 0,40 A em 127V?

13) A resistência de um condutor é 20Ω. Calcule a corrente no condutor quando este for submetido a uma tensão de 9V.

14) Qual é a corrente que atravessa a resistência de aquecimento de um chuveiro elétrico, quando esta apresenta um valor de 13,83Ω e está sujeita a uma tensão de 220V?

15) Qual é a corrente que atravessa a resistência de aquecimento de um ferro de passar roupa, quando esta apresenta um valor de 10,75Ω e está sujeita a uma tensão de 127V?

16) A resistência de um condutor é 20000Ω. Calcular a tensão aplicada se a corrente tiver intensidade igual a 0,0012A.

4.2 - PROPORÇÃO

Sejam os números 6,9,12 e 18.

Nessa ordem, calcula-se:

- A razão do 1º para o 2º:

$$\frac{6}{9} = \frac{2}{3}$$

- A razão do 3º para o 4º:

$\frac{12}{18} = \frac{2}{3}$

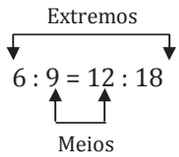
Observando que a razão do primeiro para o segundo é igual a razão do terceiro para o quarto, pode-se escrever:

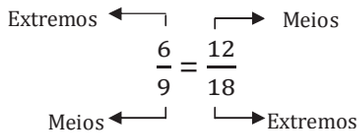
6 : 9 = 12 : 18 ou $\frac{6}{9} = \frac{12}{18}$

Nesse caso, dizemos que os números 6,9, 12 e 18, nessa ordem, formam **uma proporção.**

Na proporção 6 : 9 = 12 : 18 ou $\frac{6}{9} = \frac{12}{18}$, destaca-se:

I) A sua leitura é: 6 está para 9, assim como 12 está para 18;
II) Os números 6,9,12 e 18 são denominados **termos** da proporção;
III) O primeiro e o quarto termos são denominados extremos, enquanto o segundo e o terceiro termos são denominados **meios.**





De uma forma geral:

Quatro números racionais a, b, c, d, diferentes de zero, nessa ordem, formam uma proporção quando a razão do primeiro para o segundo é igual à razão do terceiro para o quarto.

Observação:

Sendo a proporção uma igualdade de duas razões, os antecedentes e os consequentes das razões iguais são chamados antecedentes e consequentes da proporção.

4.2.1 – Propriedade Fundamental das Proporções

Considerando as seguintes proporções, complete o que se pede:

1) $\frac{6}{8} = \frac{15}{20}$

Produto dos extremos = 6 X 20 = 120.
Produto dos meios = 8 x 15 = 120.
O produto dos extremos e o produto dos meios são: iguais.

2) $\frac{1}{3} = \frac{4}{12}$

Produto dos extremos = 1 X 12 = 12.
Produto dos meios = 3 x 4 = 12.
O produto dos extremos e o produto dos meios são: iguais.

Então:

$\frac{6}{8} = \frac{15}{20} \Leftrightarrow \underbrace{6 \times 20}_{\text{Produto dos extremos}} = \underbrace{8 \times 15}_{\text{Produto dos meios}}$

$\frac{1}{3} = \frac{4}{12} \Leftrightarrow \underbrace{1 \times 12}_{\text{Produto dos extremos}} = \underbrace{3 \times 4}_{\text{Produto dos meios}}$

Daí, a propriedade fundamental:

Em toda proporção, o produto dos extremos é igual ao produto dos meios, e vice-versa.

$\frac{a}{b} = \frac{c}{d} \Leftrightarrow \underbrace{a \times b}_{\text{Produto dos extremos}} = \underbrace{b \times c}_{\text{Produto dos meios}}$

4.2.2 - Resolução de uma proporção

Resolver uma proporção significa determinar o valor do termo desconhecido dessa proporção.

Exemplos:

1) Resolver a proporção: $\frac{20}{25} = \frac{8}{Y}$

$\frac{20}{25} = \frac{8}{Y}$

20 x Y = 25 x 8 → aplica-se a propriedade fundamental
20Y = 200 → equação do 1º grau em Y

$Y = \frac{200}{20}$ Y= 10

2) Resolver a proporção: $\frac{\frac{3}{4}}{2Y} = \frac{\frac{1}{5}}{\frac{1}{2}}$ (Y≠ 0)

$\frac{\frac{3}{4}}{2Y} = \frac{\frac{1}{5}}{\frac{1}{2}}$

2Y x $\frac{1}{5} = \frac{3}{4}$ x $\frac{1}{2}$ → aplica-se a propriedade fundamental

$\frac{2Y}{5} = \frac{3}{8}$ → equação do 1º grau em Y

$\frac{16Y}{40} = \frac{15}{40}$ → m.m.c (5,8) = 40

16Y = 15

$Y = \frac{15}{16}$

3) Resolver a proporção: $\frac{Y+3}{Y+1} = \frac{3}{5}$

5 x (Y + 3) = 3 x (Y+ 1) → aplica-se a propriedade fundamental

5Y + 15 = 3 Y + 3 → equação do 1º grau em Y

5Y – 3Y = 3 – 15

2Y = - 12

Y = $-\frac{12}{2}$ Y = - 6

4.2.3 – Exercícios

1) Calcule Y nas proporções:

a) $\frac{Y}{3} = \frac{4}{6}$

b) $\frac{12}{Y} = \frac{5}{20}$

c) $\frac{5}{3} = \frac{Y}{6}$

d) $\frac{6}{13} = \frac{12}{Y}$

e) $\frac{\frac{1}{2}+3}{3} = \frac{Y}{0,5}$

f) $\frac{0,6+10}{6-0,5} = \frac{5}{Y}$

g) $\frac{0,666\ldots+\frac{2}{5}}{Y} = \frac{3}{12}$

h) $\frac{Y-3}{15} = \frac{21}{35}$

2) Resolva os problemas:

a) A soma de dois números, x e y, é 42. A razão de x para y é de 4 para 3. Calcule os dois números.

b) A soma de dois números é 55. O maior deles está para 7, assim como o menor está para 4. Quais são os dois números?

c) A razão entre dois números é de 5 para 3. Se a sua soma é 96, determine os dois números.

d) Dois números estão entre si como 2 está para 1. Sabendo que a diferença entre eles é 40, calcule os dois números.

e) A diferença entre dois números é 75. O maior deles está para 5, assim como o menor está para 2. Quais são esses números?

4.3 – FATORAÇÃO

Fatorar um número ou uma expressão significa decompor o número ou a expressão num produto indicado

Fatorar um polinômio significa transformar esse polinômio num produto indicado de polinômios ou de monômios e polinômios.

Casos simples de fatoração de polinômios:

1º) Colocação de um fator comum em evidência:

Seja o polinômio a**x** + b**x**

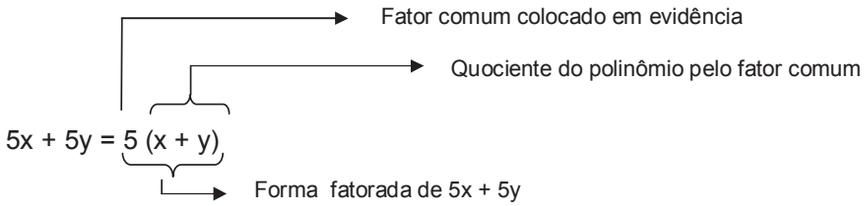
a**x** + b**x** = **x** (a + b) → pela propriedade distributiva da multiplicação.
Nesta igualdade, destaca-se:

a) x (a + b) é a **forma fatorada** do polinômio ax + bx.

b) x é chamado **fator comum** aos termos do polinômio ax + bx e que foi colocado em evidência.

c) (a +b) é o quociente do polinômio ax + bx pelo fator comum x.

Exemplo:



2º) Agrupamento:

Seja um polinômio ax + bx + ay + by

Não há um fator comum aos quatro termos do polinômio, mas:

- x é um fator comum aos dois primeiros termos
- y é um fator comum aos dois últimos termos

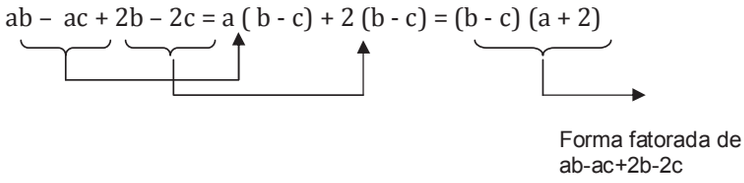
Então:

$ax + bx + ay + by =$ → Coloca-se em evidencia os fatores comuns x e y

$= x(a + b) + y(a + b) =$

$= (a + b)(x + y)$ → Coloca-se em evidencia o fator comum (a+b)

Exemplo:



3º) Diferença de dois quadrados:

Considerando a igualdade:

$(a + b)(a - b) = a^2 - b^2$

Diferença de dois quadrados

Produto da soma pela diferença de dois termos

Exemplo:

$x^2 - y^2 = (x + y)(x - y) \rightarrow \sqrt{x^2} = x$ e $\sqrt{y^2} = y$

4º) Trinômio quadrado perfeito:

Considerem-se as igualdades, já estudadas nos produtos notáveis:

$(a + b)^2 = a^2 + 2ab + b^2$

Trinômio quadrado perfeito

Quadrado da soma de dois termos

$(a - b)^2 = a^2 - 2ab + b^2$

Trinômio quadrado perfeito

Quadrado da diferença de dois termos

É importante saber reconhecer quando um trinômio que possui dois termos quadrados, como nas igualdades acima, é um trinômio quadrado perfeito.

Assim:

O trinômio $x^2 + 10y + 25y^2$ é um trinômio quadrado perfeito, pois:

$\sqrt{x^2} = x$

$\sqrt{25\,y^2} = 5y$

$2 \cdot x \cdot 5y = 10xy \rightarrow$ termo não quadrado

4.3.1 – **Exercícios**

1) Efetue as expressões algébricas:

a) $(2x^3 – 5x^2 + 6x + 1) + (3x^3 + 6x^2 +1)$

b) $(4x^3 + 10x^2 – 20x – 12) – (2x^3 – x^2 + 6x – 8)$

c) $(3x^2 – 2x + 5) (x - 3)$

d) $\frac{x-2}{x+1} - \frac{3}{x-4}$

e) $26 + \{12 – [(30 – 18) + (4 – 1) -6] -1\}$

f) $4 – \{(-2)^2 . (-3) – [-11 + (-3) . (-4)] – (-1)\}$

g) $5^3 – [10 + (7 – 8)^2]^2 – 4 + 2^3$

2) Fatore as seguintes expressões algébricas:

a) $5x^4 – 45 x^2$

b) $24y^2x^4 – 6y^2$

c) $7x^5 – 42x^4y + 63 x^3y^2$

d) $x^2 + 9 + x + 3 + 6x$

e) $x^6 – y^6$

f) $m^2 – 9 +mn + 3n$

g) $81 a^6b^4 – a^2b^2$

h) $x^2 – y^2 + 3x + 3y$

i) $ax^2 + x – 4a – 2$

3) Fatore as seguintes expressões elétricas:

a) $aI_1^2 + I_1 - 2aI_1 - 2$

b) $121\ I_1^6\ I_2^{10} - 49\ I_1^4\ I_2^6$

c) $2R_1^4 - 2R_2^4$

d) $I_1 I_2 + I_2 I_3 + I_4 I_1 + I_4 I_3$

e) $(R_1)^2 - (R_2)^2$

5 – SISTEMAS LINEARES

Do grego, systemas (sy significa 'junto' e sta 'permanecer'), sistema, em matemática, é o conjunto de equações que devem ser resolvidas "juntas", ou seja, os resultados devem satisfazê-las simultaneamente.

5.1- EQUAÇÕES LINEARES

De modo geral, denomina-se equação linear toda equação que pode ser escrita na forma:

a1x1 + a2x2 + a3x3 + ... + anxn = b

Na qual:

- x1, x2, x3, ..., xn são as incógnitas;
- a1, a2, a3, ..., an são números reais chamados coeficientes das incógnitas;
- b é o termos independente.

Observe as seguintes equações lineares:

1º) 3x + 2y = 18

Dizemos que:

- o par (4, 3) é uma solução da equação, pois 3 . 4 + 2 . 3 = 18;
- o par (6, 0) é uma solução da equação, pois 3 . 6 + 2 . 0 = 18;
- o par (5, 1) não é solução da equação, pois 3 . 5 + 2 . 1 $\neq$ 18.

1º) $3x + y – 2z = 8$

Dizemos que:

- o terno (2, 4, 1) é uma solução da equação, pois $3 . 2 + 4 - 2 . 1 = 8$;
- o terno (6, 0, -1) é uma solução da equação, pois $3 . 0 + 6 - 2 . (-1) = 8$;
- o terno(5, -2, 3) não é solução da equação, pois $3 . 5 +(-2) -2 . 3 \neq 8$.

5.2 – SISTEMA DE EQUAÇÕES LINEARES

Denomina-se sistema linear *m x n* o conjunto de S de m equações lineares em n incógnitas, que pode ser representado assim:

$$S = \begin{cases} a_{11}x_1 + a_{12}x_2 + a_{13}x_3 + ... + a_{1n}x_n = b_1 \\ a_{21}x_1 + a_{22}x_2 + a_{23}x_3 + ... + a_{2n}x_n = b_2 \\ ..... \\ a_{m1}x_1 + a_{m2}x_2 + a_{m3}x_3 + \ldots + a_{mn}x_n = b_2 \end{cases}$$

Exemplos:

1º) $\begin{cases} 3x – 2y = 6 \\ x + 3y = 10 \end{cases}$ é um sistema linear 2x2 nas incógnitas **x** e **y**.

2º) $\begin{cases} x – 2y – z = 0 \\ 2x – y – z = -1 \\ x – y + z = 8 \end{cases}$ é um sistema linear 3x3 nas incógnitas **x**, **y** e **z.**

5.2.1 - Solução de um sistema linear

Dizemos que $(\alpha_1 + \alpha_2 + \alpha_3 + ... + \alpha_n)$ é solução de um sistema linear quando $(\alpha_1 + \alpha_2 + \alpha_3 + ... + \alpha_n)$ é a solução de cada uma das equações do sistema, ou seja, satisfaz simultaneamente todas as equações do sistema.

Veja:

1º) (5, 1) é solução do sistema $\begin{cases} 2x + 3y = 13 \\ 3x - 5y = 10 \end{cases}$, pois $\begin{cases} 2 . 5 + 3 . 1 = 13 \\ 3 . 5 – 5 . 1 = 10 \end{cases}$

1º) (2, 3) não é solução do sistema $\begin{cases} 2x + 3y = 13 \\ 3x - 5y = 10 \end{cases}$, pois $\begin{cases} 2 . 2 + 3 . 3 = 13 \\ 3 . 2 – 5 . 3 \neq 10 \end{cases}$

5.2.2 – Sistemas lineares homogêneos

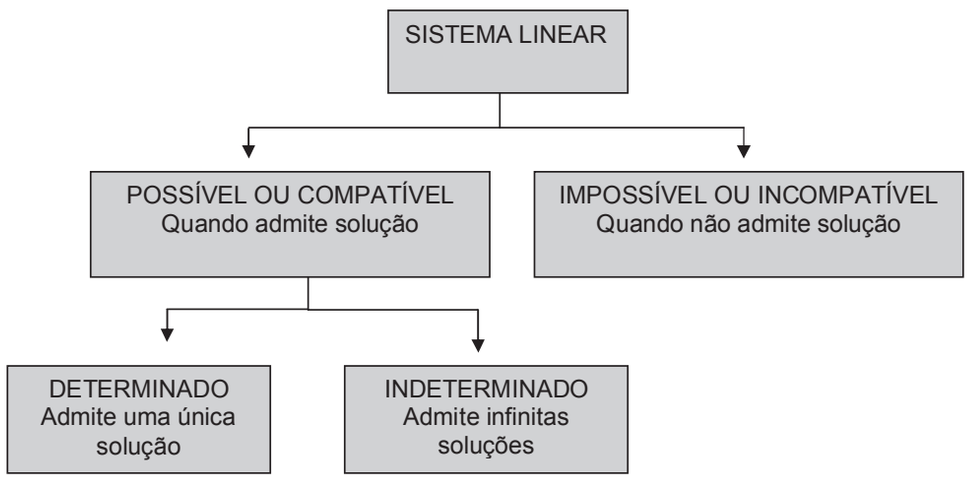
Se num sistema linear todos os termos independentes são nulos, o sistema é denominado *sistema linear homogêneo*.
Assim, são sistemas lineares homogêneos:

$$\begin{cases} 2x - y = 0 \\ x + y = 0 \end{cases} \qquad \begin{cases} x + 2y - z = 0 \\ 3x - 2y + z = 0 \\ x - 4y + 2z = 0 \end{cases}$$

Convém notar que um sistema linear homogêneo *n x n* (com $n \geq 2$) é sempre possível, pois admite pelo menos a solução (0, 0, 0), denominada solução *trivial, nula* ou *imprópria*.
Esses sistemas homogêneos, como são sempre possíveis, são os únicos que podem ser classificados apenas a partir do cálculo do determinante. Como não há chance de o sistema homogêneo ser SL, se o determinante for nulo, o sistema homogêneo será SPI. Mesmo assim, para resolver o sistema quando D = 0, teremos que escaloná-lo.

5.2.3 - Classificação dos Sistemas Lineares

Os sistemas lineares são classificados, quanto ao número de soluções, da seguinte forma:



5.3 – SISTEMAS LINEARES 2 X 2

5.3.1 - Resolução pelo método da adição

Resolver um sistema linear significa descobrir o seu conjunto solução S, formado por todas as soluções do sistema.
A resolução dos sistemas lineares 2 X 2, em R X R, já foi vista no ensino fundamental por meio de alguns métodos como *adição, substituição, comparação* e outros.

Vamos retornar, com exemplos, a resolução pelo método da adição:

$$\begin{cases} 3x - y = 10 \;.\; (5) \\ 2x + 5y = 1 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} 15x - 5y = 50 \\ 2x + 5y = 1 \\ \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \\ 17x = 51 \Rightarrow x = \frac{51}{17} = 3 \text{ (valor único de } \mathbf{x}) \end{cases}$$

$$\begin{cases} 3x - y = 10 \;.\; (-2) \\ 2x + 5y = 1 \;.\; (3) \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} -6x + 2y = -20 \\ 6x + 15y = 3 \\ \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \\ 17y = -17 \Rightarrow x = \frac{-17}{17} = -1 \text{ (valor único de } \mathbf{y}) \end{cases}$$

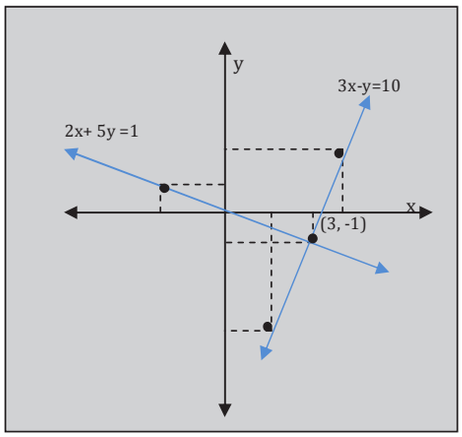
Obs.: Há outras formas de resolver.

5.3.2 - Interpretação geométrica dos sistemas lineares 2 X 2

Os pares de números reais que são soluções de uma equação linear com duas incógnitas determinam, no gráfico uma reta. A interseção das duas retas das equações determina sua solução, se existir.
Veja a representação gráfica dos três sistemas resolvidos por edição:

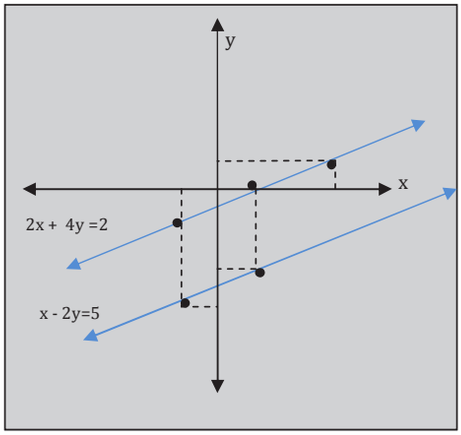
1º) $\begin{cases} 3x - y = 10 \rightarrow (4,2), (2, -4), \ldots \\ 2x + 5y = 1 \rightarrow (-2, 1), (3, -1), \ldots \end{cases}$

As retas concorrentes indicam que existe um único par que é a solução do sistema (sistema possível e determinado).



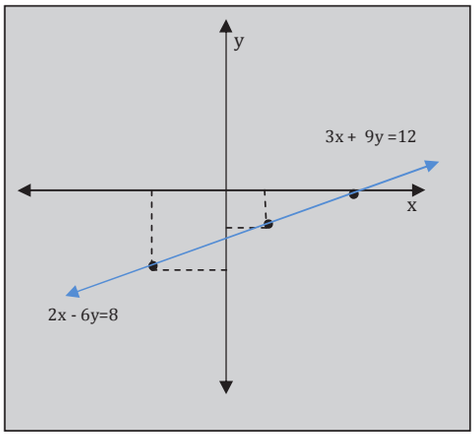
2º) $\begin{cases} x - 2y = 5 \rightarrow (1, -2), (-1, -3), \ldots \\ 2x - 4y = 2 \rightarrow (1, 0), (3, 1), \ldots \end{cases}$

As retas paralelas e distintas indicam que Não existe par que seja solução do sistema (sistema impossível)



3º) $\begin{cases} 2x - 6y = 8 \rightarrow (4, 0), (1, -1), \ldots \\ 3x - 9y = 12 \rightarrow (1, -1), (-2, -2), \ldots \end{cases}$

As retas coincidentes indicam que existem infinitos pares que são soluções do sistema (sistema possível e indeterminado).



5.3.2.1 – Exercícios

Resolva cada sistema linear 2 X 2 usando o método da adição; classifique-os quanto ao número de soluções e faça sua representação gráfica.

a) $\begin{cases} 4x + 2y = 4 \\ 2x + y = 5 \end{cases}$

b) $\begin{cases} 3x - 2y = -12 \\ 5x + 6y = 8 \end{cases}$

c) $\begin{cases} 5x - 10y = 15 \\ 2x - 4y = 6 \end{cases}$

5.3.3 – Sistemas Lineares 3X3

Considerando o sistema:

$$\begin{cases} a_1x + b_1y + c_1z = d_1 \\ a_2x + b_2y + c_2z = d_2 \\ a_3x + b_3y + c_3z = d_3 \end{cases}$$

De três equações com três incógnitas. Geometricamente, cada uma das equações, nessa ordem, define os planos π_1, π_2 e π_3, respectivamente. O terno (x,y,z) é solução desse sistema quando o ponto P(x,y,z) pertence à interseção $\pi_1 \cap \pi_2 \cap \pi_3$, ou seja, quando P está simultaneamente nos três planos.

5.4 – REGRA DE CRAMER

A regra de Cramer consiste num método para resolver um sistema linear.

5.4.1 – Resolução de sistemas pela regra de Cramer

A regra de Cramer , uma das regras mais tradicionais para resolver sistemas de equações lineares, apresenta vantagens e desvantagens sobre outros métodos. A grande vantagem é que ela fornece os valores das incógnitas diretamente como quociente de dois determinantes. Mas, em comparação com o método do escalonamento, ela apresenta duas vantagens. A primeira delas é que a regra de Cramer só se aplica quando o determinante da matriz do sistema é diferente de zero. A segunda é que é mais trabalhosa; por exemplo, dá mais trabalho calcular quatro determinantes do que escalonar um único sistema 3X3.

$$x=\frac{Dx}{D} \qquad y=\frac{Dy}{D} \qquad z=\frac{Dz}{D}$$

Exemplo:

Resolver o sistema $\begin{cases} 2x - y = 7 \\ x + 5y = -2 \end{cases}$

Resolução $A=\begin{bmatrix} 2 & -1 \\ 1 & 5 \end{bmatrix}$ det A = 11

$A_1 = \begin{bmatrix} 7 & -1 \\ -2 & 5 \end{bmatrix}$ det A_1 = 33 $A_2 = \begin{bmatrix} 2 & 7 \\ 1 & -2 \end{bmatrix}$ det A_2 = -11

$X = \frac{\det A1}{\det A} = \frac{33}{11} = 3$ $Y = \frac{\det A2}{\det A} = \frac{-11}{11} = -11$

Observe que o sistema é possível e determinado.
Resposta: S= {(3,-1)}

5.5 – Exercícios

1) Resolva os seguintes sistemas de equações do 1º grau com duas variáveis:

a) $\begin{cases} 3x + 2y = 5 \\ 5x - 3y = 2 \end{cases}$

b) $\begin{cases} 2x - 5y = 16 \\ x + y = 1 \end{cases}$

c) $\begin{cases} x + 2y = 14 \\ x - y = 8 \end{cases}$

d) $\begin{cases} 2x + 3y = 8 \\ 3x - 4y = -5 \end{cases}$

e) $\begin{cases} \frac{x}{3} + \frac{y}{2} = 7 \\ x - y = 1 \end{cases}$

f) $\begin{cases} 3x - 7y = 13 \\ 4x + 5y = 3 \end{cases}$

g) $\begin{cases} x - \frac{y}{3} = -2 \\ 3x + y = 12 \end{cases}$

2) Resolver os sistemas do 1º grau com duas variáveis:

a) $\begin{cases} 2x + y = 5 \\ x - 3y = 6 \end{cases}$

b) $\begin{cases} x + 4y = 0 \\ 2x - y = 9 \end{cases}$

c) $\begin{cases} \frac{x}{5} - \frac{y}{2} = 10 \\ x - y = 29 \end{cases}$

d) $\begin{cases} x = 5y \\ 2x + 3y = 39 \end{cases}$

e) $\begin{cases} 2R_1 - R_2 = 5 \\ R_1 + R_2 = 4 \end{cases}$

f) $\begin{cases} \frac{i1}{3} + \frac{i2}{2} = 1 \\ 5i_1 + i_2 = 3(i_2 - 1) \end{cases}$

g) $\begin{cases} 2il + i2 = 5 \\ 3il - i2 = 10 \end{cases}$

3) Efetue:

a) $\begin{cases} 3R_1 + 2R_2 = 10 \\ R_1 + R_2 = 4 \end{cases}$

b) $\begin{cases} R_1 - R_2 = 1 \\ -R_1 + 2R_2 = 3 \end{cases}$

c) $\begin{cases} 3i_1 - 2i_2 = 6 \\ i_1 + 3i_2 = 13 \end{cases}$

d) $\begin{cases} i_1 + i_2 = 3 \\ 4i_1 - 9i_2 = -1 \end{cases}$

4) Resolva o problema:

a) Num circuito a tensão constante aplicada é V = 45 volts. Achar a corrente, sabendo que a resistência vale 15 ohms.

b) Num circuito a soma de duas correntes elétricas é 5 amp e a diferença entre elas é 1 amp. Quais são as correntes?

c) A soma de dois resistores R1 e R2 é 10 ohms e a diferença entre eles é 6 ohms. Calcule os resistores.

e) A idade de pai e filho somam hoje 52 anos; há 10 anos, a idade do pai era 15 vezes a idade do filho. Determine essas idades.

f) Determine dois números, sabendo que a quinta parte de um deles é igual a metade do outro, e que a soma dos dois é 28.

g) Num sistema de circuitos, o dobro da primeira corrente somado com o triplo da segunda corrente é igual a 8amp. A diferença entre o quíntuplo da primeira corrente com o dobro da segunda é igual a 1amp. Calcule as correntes.

5) Resolva o sistema linear:

a) $\begin{cases} 2x_1 + 3x_2 - x_3 = 0 \\ x_1 - 2x_2 + x_3 = 5 \\ -x_1 + x_2 + x_3 = 8 \end{cases}$

b) $\begin{cases} x + 2y - z = 2 \\ 2x - y + 3z = 9 \\ 3x + 3y - 2z = 3 \end{cases}$

c) $\begin{cases} 2x - y + z = 12 \\ -x + 3y + z = -10 \\ 3x + 2y - 2z = -2 \end{cases}$

d) $\begin{cases} x + 2y + z = 12 \\ x - 3y + 5z = 1 \\ 2x - y + 3z = 10 \end{cases}$

e) $\begin{cases} I_1 - I_2 + I_3 = 0 \\ 4I_2 + I_2 = 8 \\ I_2 + 4I_3 = 16 \end{cases}$

f) $\begin{cases} 3R_1 + R_2 - R_3 = -2 \\ 7R_1 - 2R_3 = 1 \\ 5R_2 + 3R_3 = -1 \end{cases}$

6- TRIGONOMETRIA NO TRIÂNGULO RETÂNGULO

A trigonometria teve sua origem da Grécia antiga e estuda as relações entre as medidas dos lados e ângulos de um triângulo.

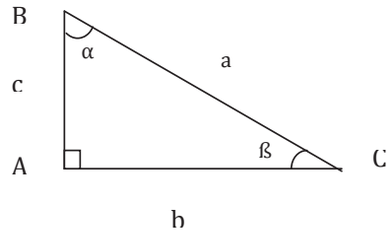
6.1 – NOÇÕES FUNDAMENTAIS

As primeiras noções de trigonometria (do grego, *trigonos* : " triangulo"; *metrein*: "medir") estão ligadas às relações existentes entre os lados e os ângulos de um triângulo retângulo. A busca de soluções para problemas essencialmente práticos evidenciou algumas relações simples entre esses elementos e a partir daí de desenvolveu um importante ramo da matemática.

Sobre triângulos retângulos sabe-se que:
- um de seus ângulos tem medida 90º;
- a soma das medidas dos outros dois também é 90º;
- o lado oposto ao ângulo de 90º se chama *Hipotenusa*;
- os outros lados se chamam *Catetos*;
- o quadrado de hipotenusa é igual a soma dos quadrados dos catetos (Teoria de Pitágoras).

6.2 – RAZÕES TRIGONOMÉTRICAS NO TRIÂNGULO RETÂNGULO

Para efeito de notação tomaremos como base o triângulo **ABC** retângulo em **A.**



a) lado oposto ao ângulo reto (90º).
b) lado oposto ao ângulo α.
c) lado oposto ao ângulo ß.

α e ß são medidas dos ângulos agudos do triângulo ABC (α + ß = 90º) ângulos complementares.

Logo:

$$\text{Sen}\alpha = \frac{\text{Cateto oposto a } \alpha}{\text{Hipotenusa}} \Longrightarrow \text{Sen } \alpha = \frac{b}{a}$$

$$\text{Cos } \alpha = \frac{\text{Cateto adjacente a } \alpha}{\text{Hipotenusa}} \Longrightarrow \text{Cos } \alpha = \frac{c}{a}$$

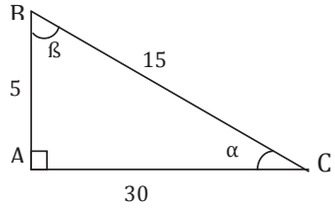
$$\text{Tg } \alpha = \frac{\text{Cateto oposto a } \alpha}{\text{Cateto adjacente a } \alpha} \Longrightarrow \text{Tg } \alpha = \frac{b}{c}$$

Obs: As relações acima são válidas para o ângulo ß, desde que consideremos o seu lado oposto (c) e o lado adjacente (b).

ÂNGULO	SENO	COSSENO	TANGENTE
30º	$\frac{1}{2}$	$\frac{\sqrt{3}}{2}$	$\frac{\sqrt{3}}{3}$
45º	$\frac{\sqrt{2}}{2}$	$\frac{\sqrt{2}}{2}$	1
60º	$\frac{\sqrt{3}}{2}$	$\frac{1}{2}$	$\sqrt{3}$

Exemplo:

Determine o valor do sen α, cos α, tg α de acordo com a figura abaixo.



Sendo dados do triângulo retângulo em A, temos:

$$\text{Sen } \alpha = \frac{AB}{BC} = \frac{5}{15} = \frac{1}{3} \qquad \text{Cos } \alpha = \frac{AC}{BC} = \frac{30}{15} = 2 \qquad \text{Tg } \alpha = \frac{AB}{AC} = \frac{5}{30} = \frac{1}{6}$$

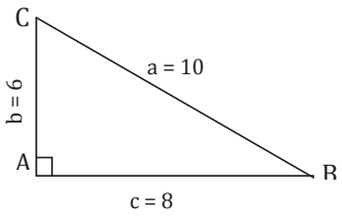
6.3 - Exercícios

1) No triângulo retângulo abaixo, calcule sen B, cos B e tg B.

sen B =

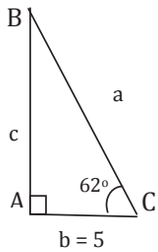
cos B =

tg B =



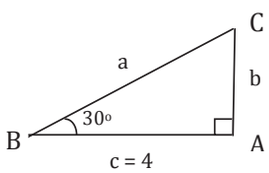
2) No triângulo retângulo abaixo, calcule o valor de c:

Dados: sen 62º = 0,88; cos 62º = 0,46; tg 62º = 1,88



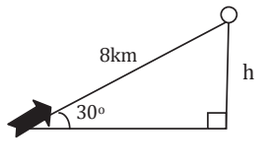
3) No triângulo retângulo abaixo, calcule o valor de a:

Dados: sen 30º = 0,5; cos 30º = 0,86; tb 30º = 0,57



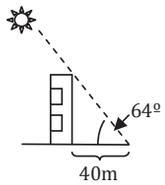
4) Um foguete é lançado sob um ângulo de 30º. A que altura se encontra esse foguete depois de percorrer 8km em linha reta?

Dados: sen 30° = 0,5; cos 30° = 0,86; tb 30° = 0,57



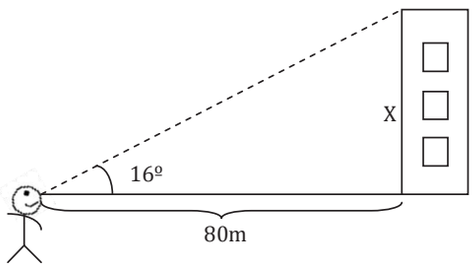
5) Uma torre projeta uma sombra de 40m, quando o Sol se encontra a 64º acima do horizonte (ângulo de elevação). Calcule a altura da torre.

Dados: sen 64° = 0,89; cos 64° = 0,43; tb 64° = 2,05

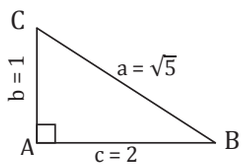


6) Uma pessoa está distante 80m da base de um prédio e vê o ponto mais alto do prédio sob um ângulo de 16º em relação à horizontal. Qual a altura do prédio?

Dados: sen 16° = 0,27; cos 16° = 0,96; tb 16° = 0,28

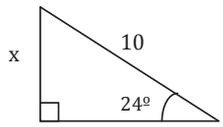


7) No triângulo retângulo abaixo, calcule o valor de sen B, cos B, tg B:

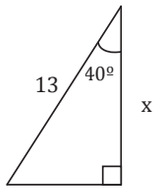


8) Nos triângulos retângulos abaixo, calcule o valor de x:

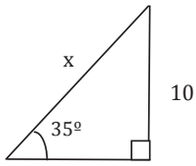
a) Sen 24º = 0,40; cos 24º = 0,91; tg 24º = 0,44



b) Sen 40º = 0,64; cos 40º = 0,76; tg 40º = 0,83



c) Sen 35º = 0,57; cos 35º = 0,81; tg 35º = 0,70



9) Um satélite artificial S sobrevoa uma cidade A e, nesse instante, um observatório situado a 300km de A, o avista sob um ângulo (de elevação) de 64º. Qual será a distância do satélite em relação à cidade A?

Dados: sen 64° = 0,89; cos 64° = 0,43; tb 64° = 2,05

10) Num triângulo retângulo, a hipotenusa mede 3a e os catetos $2a\sqrt{2}$ e a. Calcule:
a) a tangente do ângulo oposto ao menor cateto;
b) o seno do ângulo oposto do maior cateto.

11) Uma escada apoiada em uma parede, num ponto distante 4m do solo, forma com essa parede um ângulo de 60º. Qual é o comprimento da escada em m?

Dados: sen 60° = 0,86; cos 60° = 0,50; tb 60° = 1,73

12) Um guarda florestal, postado numa torre de 20m no topo da colina de 500m de altura, vê o início de um incêndio numa direção que forma com a horizontal um ângulo de 17º. A que distância aproximada da colina está o fogo?

Dados: sen 17° = 0,29; cos 17° = 0,95; tb 17° = 0,30

7 – FUNÇÕES

7.1- FUNÇÃO POLIMONIAL DO 1º GRAU

Dado um número x real, chama-se função polimonial do 1º grau a toda função f : R → R da forma f(x) = ax + b, com a ∈ R* e b ∈ R, onde **a** é o coeficiente angular e **b** o coeficiente linear da função.

Exemplos:
a) y = x + 2 , onde a = 1 e b = 2
b) y = 3x, onde a = 3 e b = 0
c) y = x/2 + 1 , onde a = 1/2 e b = 1
d) y = -5/2 – 1/3, onde a = -1/3 e b = -5/2

7.1.1 – Zero da Função Polimonial do 1º Grau

Qual é o valor de x que faz com que a função f(x) = x – 2 seja nula?

A resposta é x = 2, pois neste caso, f(x) = 2 – 2 = f(x) = 0. Então 2 é o zero da função f(x) = x – 2 .

O valor de x que faz com que a função f(x) = ax + b seja nula é chamado zero da função polinomial do 1º grau.

Exemplos:

Determinar o zero das funções abaixo:

a) f(x) = 2x – 3
fazendo 2x – 3 = 0 tem-se:
2x = 3 → x = 3/2 que é o zero de f(x) = 2x – 3

b) f(x) = - 1/2 + 3x/5

fazendo - 1/2 + 3x/5 = 0 tem-se:

-5/10 + 6x/10 = 0/10

→ - 5 + 6 x = 0

6x = 5

x = 5/6 que é o zero de f(x) = -1/2 + 3x/5

c) f(x) = 5x

fazendo 5x = 0 tem-se:

x = 0/5 → x = 0 que é o zero de f(x) = 5x

7.1.1.1 – Exercícios

1) Dadas as funções abaixo, pede-se determinar seu coeficiente angular, seu coeficiente linear e seu zero:

a) f(x) = x + 2
b) f(x) = -1 + x
c) f(x) = -3x + 2
d) y = 3 + 5x
e) y = 2x – 3/2
f) y = x/3 – 4/5
g) y = -1x/2 + 2/3
h) y = -x + 1/3
l) y = x/5 + 3/2
j) y = 3x + 1/5

7.1.2 – Gráfico da Função Polimonial do 1º Grau

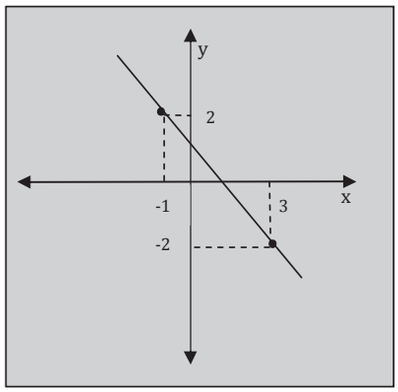
Obs:

1) O gráfico de toda função do 1º grau é uma reta.
2) Dois pontos determinam uma única reta.

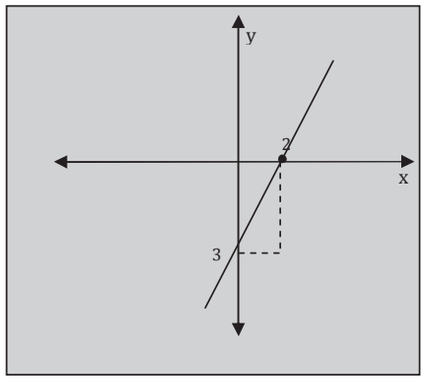
Exemplos:

1) Construir a reta que passa pelos pontos:

a) (-1, 2) e (3, -2)



b) (2,0) e (0, -3)



Obs:

1) O ponto (2,0) é o ponto de interseção da reta com o eixo das abscissas (eixo dos x).

2) O ponto (0, -3) é o ponto de interseção da reta com o eixo das ordenadas (eixo dos y).

7.1.2.1 - Exercícios :

1) Construir o gráfico, determinar o domínio e a imagem e verificar se cada função abaixo é crescente ou decrescente:

a) $y = - x + 1$

b) $y = 2x – 2$

c) $y = 2x/3 + 1$

d) $y = 5 – 2x$

7.2 – FUNÇÃO QUADRÁTICA

Dados $a \in R^*$, $b \in R$ e $c \in R$, chama-se função quadrática à toda função $f : R \rightarrow R$ da forma $y = ax^2 + bx + c$.

Exemplos:

São exemplos de função quadrática:

1) $y = -3x^2 + 10x – 4$ onde $a = -3$, $b = 10$ e $c = -4$

2) $y = -5 + 3x – x^2$ onde $a = -1$, $b = 3$ e $c = -5$

3) $y = -2x + 1 – x^2$ onde $a = -1$, $b = -2$ e $c = 1$

7.2.1 – Zeros da função quadrática

Dada a função $f(x) = ax^2 + bx + c$, chama-se de zero de $f(x)$ aos valores de x que anulam a função, onde x é dado por

$x = \frac{-b \pm \sqrt{\Delta}}{2a}$; $\Delta = b^2 – 4ac$

7.2.2 – Exercícios

1) Determinar os zeros das funções abaixo:

a) $y = x^2 – 2x – 8$
b) $y + - x^2 – 3x + 10$
c) $y = 3x^2 + 4x + 1$
d) $y = x^2 – 2x + 2$
e) $y = x^2 – 4x + 4$
f) $f(x) = -x^2 -6x -5$
g) $f(x) = x^2 + 4x + 4$
h) $f(x) = x^2 – 9$
i) $f(x) = x^2 – 7x$
j) $f(x) = -x^2 + 16$

8 - EQUAÇÃO EXPONENCIAL

Chamamos de **equações exponenciais** toda equação na qual a incógnita aparece em **expoente**.

Exemplos de equações exponenciais:

1) $3^x = 81$ (a solução é x=4)
2) $2^{x-5} = 16$ (a solução é x=9)
3) $16^x - 4^{2x-1} - 10 = 2^{2x-1}$ (a solução é x=1)
4) $3^{2x-1} - 3^x - 3^{x-1} + 1 = 0$ (as soluções são x'=0 e x''=1)

Para resolver equações exponenciais, devemos realizar dois passos importantes:

1º) redução dos dois membros da equação a potências de mesma base;

2º) aplicação da propriedade:

$$a^m = a^n \Rightarrow m = n \quad (a \neq 1 \text{ e } a > 0)$$

Exercícios Resolvidos:

1) $3^x = 81$

Resolução: Como $81 = 3^4$, podemos escrever $3^x = 3^4$.

E daí, x=4.

2) $9^x = 1$

Resolução: $9^x = 1 \Rightarrow 9^x = 9^0$; logo x=0

3) $\left(\frac{3}{4}\right)^x = \frac{81}{256}$

Resolução: $\left(\frac{3}{4}\right)^x = \frac{81}{256} \Rightarrow \left(\frac{3}{4}\right)^x = \frac{3^4}{4^4} \Rightarrow \left(\frac{3}{4}\right)^x = \left(\frac{3}{4}\right)^4$; então $x = 4$.

---

4) $3^x = \sqrt[4]{27}$

Resolução: $3^x = \sqrt[4]{27} \Rightarrow 3^x = \sqrt[4]{3^3} \Rightarrow 3^x = 3^{\frac{3}{4}}$; logo $x = \frac{3}{4}$

5) $2^{3x-1} = 32^{2x}$

Resolução: $2^{3x-1} = 32^{2x} \Rightarrow 2^{3x-1} = (2^5)^{2x} \Rightarrow 2^{3x-1} = 2^{10x}$; daí 3x-1=10,

de onde x=-1/7.

8.1 - FUNÇÃO EXPONENCIAL

Chamamos de **funções exponenciais** aquelas nas quais temos a variável aparecendo em **expoente**.

A função f: IR→IR^+ definida por $f(x) = a^x$, com a ∈ IR^+ e a≠1, é chamada **função exponencial de base a**. O domínio dessa função é o conjunto IR (reais) e o contradomínio é IR^+ (reais positivos, maiores que zero).

GRÁFICO CARTESIANO DA FUNÇÃO EXPONENCIAL

Temos 2 casos a considerar:

➔ quando a>1;

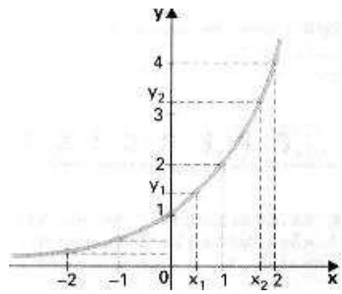
➔ quando 0<a<1.

Acompanhe os exemplos seguintes:

1) $y=2^x$ (nesse caso, a=2, logo a>1).

Atribuindo alguns valores a **x** e calculando os correspondentes valores de **y**, obtemos a tabela e o gráfico abaixo:

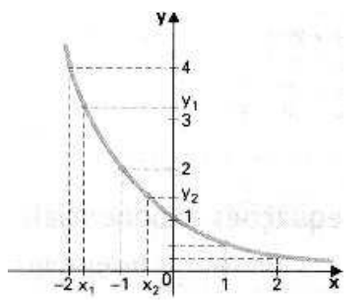
x	-2	-1	0	1	2
y	1/4	1/2	1	2	4



2) $y= (1/2)^x$ (nesse caso, a=1/2, logo 0<a<1).

Atribuindo alguns valores a **x** e calculando os correspondentes valores de **y**, obtemos a tabela e o gráfico abaixo:

x	-2	-1	0	1	2
y	4	2	1	1/2	1/4



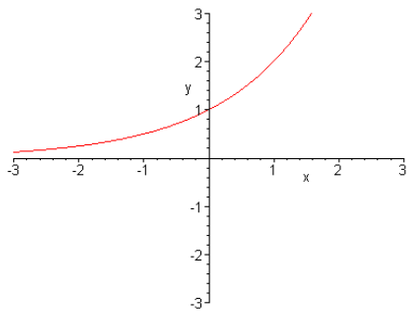
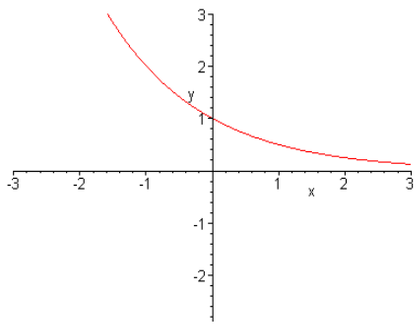
Nos dois exemplos, podemos observar que:

a) o gráfico **nunca** intercepta o eixo horizontal; a função não tem raízes;

b) o gráfico corta o eixo vertical no ponto (0,1);

c) os valores de y são **sempre positivos** (potência de base positiva é positiva), portanto o conjunto imagem é $Im=IR^+$.

Além disso, podemos estabelecer o seguinte:

a>1	**0<a<1**
	
f(x) é crescente e $Im=IR^+$ Para quaisquer x_1 e x_2 do domínio: $x_2>x_1 \Rightarrow y_2>y_1$ (as desigualdades têm mesmo sentido)	f(x) é decrescente e $Im=IR^+$ Para quaisquer x_1 e x_2 do domínio: $x_2>x_1 \Rightarrow y_2<y_1$ (as desigualdades têm sentidos diferentes)

8.2 - LISTA DE EXERCíCIOS EQUAÇÕES EXPONENCIAIS

1. Calcule as equações exponenciais abaixo:

a) $2^x = 64$ e) $(\sqrt{2})^x = 4$ i) $3^{2-x} = \frac{1}{27}$

f) $(0{,}5)^{2x} = 2^{1-3x}$ j) $3^{x-5} = 27^{1-x}$

c) $5^{x^2-2x} = 125$ g) $2^{4x-x^2} = 8$ l) $\left(\frac{1}{2}\right)^{x^2-4} = 8^{x+2}$

d) $10^{1-x} = \frac{1}{10}$ h) $(10^x)^{x-1}0{,}000001$ i) $\sqrt[5]{2^x} = \frac{1}{32}$

2. Resolva as equações exponenciais abaixo:

a) $4^x = 16$ d) $9^{x-2} = \sqrt{27}$ g) $(0{,}01)^{x-1} = 1000$

b) $100^{x+3} = \frac{1}{10}$ e) $\left(\frac{1}{16}\right)^{x+2} = 8^x$ h) $(4^x)^x = 512$

c) $8^{x-4} = 4^{x+1}$ f) $125^{x+2} = \frac{1}{5}$ i) $(0{,}25)^{x-1} = \left(\frac{1}{8}\right)^{1-x}$

3. (FEI-SP) Resolva a equação $(0{,}25)^x = 16$

4. Qual é o valor de x que torna verdadeira a sentença $2 \cdot 2^x = \sqrt{8} \cdot \sqrt[4]{2} \cdot \sqrt[6]{2}$

5. Resolva as seguintes equações:

a) $3 \cdot 4^{x+1} = 96$ b) $2^{x+2} + 2^{x-1} = 18$ c) $2^{2x} - 9 \cdot 2^x + 8 = 0$

6. Encontre os valores de X para as seguintes equações exponenciais:

a) $2^x + 2^{x-1} = 12$ b) $3^{x-2} + 3^{x+1} = 84$ c) $2^{x-3} + 2^{x-1} + 2^x = 52$

d) $7^x + 7^{x-1} = 8$ e) $4 \cdot 2^x + 2^{x-1} = 72$ f) $1 + \frac{3^x - 1}{3^x} = -1$

7. Faça o gráfico das seguintes funções exponenciais:

a) $y = 2^3$
b) $f(x) = 5^x$
c) $f(x) = 2^{-x}$
d) $f(x) = 1/6^x$

8. Resolva:

a) $3^{2x} + 2 \cdot 3^x - 15 = 0$
b) $2^{2x+1} + 3 \cdot 2^{x+1} = 8$
c) $3^x - \frac{9}{3^x} = 8$
d) $2^{2x} - 2 \cdot 2^x - 8 = 0$
e) $4^{x+2} + 3 \cdot 2^{x+3} = 160$
f) $3^{2x} - 3^x = 6$
g) $\frac{9^x+3}{4} - 3^x = 0$
h) $\frac{25^x+125}{6} = 5^{x+1}$

9- LOGARÍTMOS

Definição de logaritmo:

$$a^x = b \Leftrightarrow x = \log_a b$$

Sendo b>0, a>0 e a≠1

Na igualdade $x = \log_a b$, obtemos:

a= base do logaritmo

b= logaritmando ou antilogaritmo

x= logaritmo

Exemplos:

a) $\log_2 32 = 5$ pois $2^5 = 32$
b) $\log_4 16 = 2$ pois $4^2 = 16$
c) $\log_5 1 = 0$ pois $5^0 = 1$

Consequências da definição

Sendo b>0, a>0 e a≠1 e **m** um número real qualquer, temos a seguir algumas consequências da definição de logaritmo:

$$\boxed{\log_a a = 1} \qquad \boxed{\log_a a^m = m} \qquad \boxed{a^{\log_a b} = b} \qquad \boxed{\log_a 1 = 0}$$

Exemplo:

e) $\log_4 16 = 2$. Sabemos que $4^2 = 16$, onde 4 é a base, 2 o expoente e 16 a potência, na linguagem dos logaritmos, diremos que 2 é o logaritmo de 16 na base 4.
f) $\log_{15} 225 = 2$, pois $15^2 = 225$
g) $\log_6 216 = 3$, pois $6^3 = 216$
h) $\log_5 625 = 4$, $5^4 = 625$
i) $\log_7 1 = 0$, pois $7^0 = 1$

$$\boxed{\log_a b = \log_a c \Leftrightarrow b = c}$$

Propriedades operatórias dos logaritmos

1) Logaritmo do produto:

$$\boxed{\log_a (x.y) = \log_a x + \log_a y}$$

(a>0, a≠1, x>0 e y>0).

Exemplos: $\log_2 (32 \,.\, 16) = \log_2 32 + \log_2 16 = 5 + 4 = 9$

2) Logaritmo do quociente:

$$\boxed{\log_a \left(\frac{x}{y}\right) = \log_a x - \log_a y}$$ (a>0, a≠1, x>0 e y>0)

Exemplo: $\log_5(625/125) = \log_5 625 - \log_5 125 = 4 - 3 = 1$

3) Logaritmo da potência:

$$\boxed{\log_a x^m = m.\log_a x}$$

(a>0, a≠1, x>0 e m $\in \Re$)

Exemplo: $\log_3 81^2 = 2 \cdot \log_3 81 = 2 \cdot 4 = 8$

4) Propriedade da raiz de um logaritmo

Essa propriedade é baseada em outra, que é estudada na propriedade da radiciação, ela diz o seguinte: $\sqrt[n]{x^m} = x^{\frac{m}{n}}$

Caso particular: como, temos:

$$\log_a \sqrt[n]{x^m} = \log_a x^{\frac{m}{n}} = \frac{m}{n}.\log_a x$$

Exemplo:

$$\log_2 \sqrt[3]{16^2} = \log_2 16^{\frac{2}{3}} = \frac{2}{3} * \log_2 16 = \frac{2}{3} * 4 = \frac{8}{3}$$

Mudança de base

Em algumas situações podemos encontrar no cálculo vários logaritmos em bases diferentes. Como as propriedades logarítmicas só valem para logaritmos numa mesma base, é necessário fazer, antes, a conversão dos logaritmos de bases diferentes para uma única base conveniente. Essa conversão chama-se **mudança de base**. Para fazer a mudança de uma base **a** para outra base **b** usa-se:

$$\log_a x = \frac{\log_b x}{\log_b a}$$

Exemplos:

1) Mudar para base 2 os logaritmos:

a) $\text{Log}_4 5 = \frac{\text{Log}_2 5}{\text{Log}_2 4}$

b) $\text{Log}_4 16 = \frac{\text{Log}_2 16}{\text{Log}_2 4}$

9.1 FUNÇÃO LOGARÍTMICA

A função $f:IR^+ \rightarrow IR$ definida por $f(x) = \log_a x$, com $a \neq 1$ e $a>0$, é chamada **função logarítmica de base a**. O domínio dessa função é o conjunto IR^+ (reais positivos, maiores que zero) e o contradomínio é IR (reais).

9.2 GRÁFICO CARTESIANO DA FUNÇÃO LOGARÍTMICA

Temos 2 casos a considerar:

➔ quando a>1;

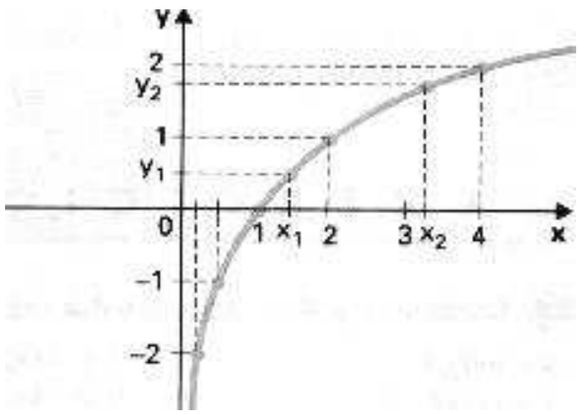
➔ quando 0<a<1.

Acompanhe nos exemplos seguintes, a construção do gráfico em cada caso:

1) $y=\log_2 x$ (nesse caso, a=2, logo a>1)

Atribuindo alguns valores a **x** e calculando os correspondentes valores de **y**, obtemos a tabela e o gráfico abaixo:

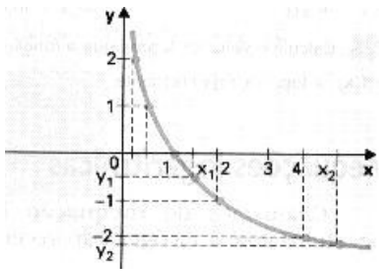
x	1/4	1/2	1	2	4
y	-2	-1	0	1	2



2) $y=\log_{(1/2)}x$ (nesse caso, a=1/2, logo 0<a<1)

Atribuindo alguns valores a **x** e calculando os correspondentes valores de **y**, obtemos a tabela e o gráfico abaixo:

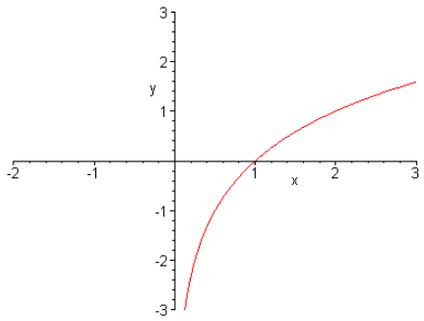
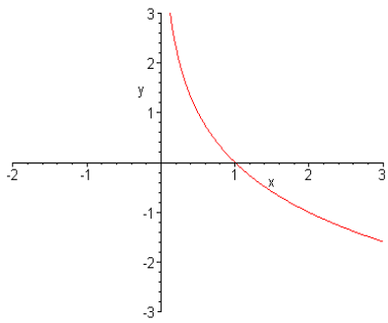
x	1/4	1/2	1	2	4
y	2	1	0	-1	-2



Nos dois exemplos, podemos observar que:

a) o gráfico **nunca** intercepta o eixo vertical;
b) o gráfico corta o eixo horizontal no ponto (1,0). A raiz da função é x=1;
c) **y** assume todos os valores reais, portanto o conjunto imagem é Im=IR.

Além disso, podemos estabelecer o seguinte:

a>1	**0<a<1**
	
f(x) é crescente e Im=IR Para quaisquer x_1 e x_2 do domínio: $x_2>x_1 \Rightarrow y_2>y_1$ (as desigualdades têm mesmo sentido)	f(x) é decrescente e Im=IR Para quaisquer x_1 e x_2 do domínio: $x_2>x_1 \Rightarrow y_2<y_1$ (as desigualdades têm sentidos diferentes)

9.3 - EQUAÇÕES LOGARÍTMICAS

Chamamos de **equações logarítmicas** toda equação que envolve logaritmos com a incógnita aparecendo no logaritmando, na base ou em ambos.

Exemplos de equações logarítmicas:

- $\log_3 x = 5$ (a solução é x=243)
- $\log (x^2-1) = \log 3$ (as soluções são x'=-2 e x''=2)
- $\log_2(x+3) + \log_2(x-3) = \log_2 7$ (a solução é x=4)
- $\log_{x+1}(x^2-x) = 2$ (a solução é x=-1/3)

Alguns exemplos resolvidos:

1) $\log_3(x+5) = 2$

Resolução: condição de existência: $x+5>0 \Rightarrow x>-5$

$\log_3(x+5) = 2 \Rightarrow x+5 = 3^2 \Rightarrow x=9-5 \Rightarrow x=4$

Como x=4 satisfaz a condição de existência, então o conjunto solução é S= {4}.

2) $\log_2(\log_4 x) = 1$

Resolução: condição de existência: $x>0$ e $\log_4 x>0$

$\log_2(\log_4 x) = 1$; sabemos que $1 = \log_2(2)$, então

$\log_2(\log_4 x) = \log_2(2) \Rightarrow \log_4 x = 2 \Rightarrow 4^2 = x \Rightarrow x=16$

Como x=16 satisfaz as condições de existência, então o conjunto solução é S= {16}.

3) Resolva o sistema:

$$\begin{cases} \log x + \log y = 7 \\ 3.\log x - 2.\log y = 1 \end{cases}$$

Resolução: condições de existência: x>0 e y>0

Da primeira equação temos:

log x+log y=7 => log y = 7-log x

Substituindo log y na segunda equação temos:

3.log x – 2.(7-log x) =1 => 3.log x-14+2.log x = 1 => 5.log x = 15 =>

=> log x =3 => $x=10^3$

Substituindo $x= 10^3$ em log y = 7-log x temos:

log y = 7- log 10^3 => log y = 7-3 => log y =4 => $y=10^4$.

Como essas raízes satisfazem as condições de existência, então o conjunto solução é S= $\{(10^3;10^4)\}$.

9.4 - LISTA DE EXERCÍCIOS - LOGARITMO

1- Calcule os seguintes logaritmos:

a) $\log_{25} 625$ b) $\log_2 0,25$ c) $\log_{\frac{1}{2}} \sqrt[3]{16}$

d) $\log_{\frac{1}{3}} \sqrt[4]{243}$ e) $\log_{\frac{1}{4}} 64\sqrt[3]{16}$ f) $\log_{3\sqrt{3}} 27$

2- Calcule: Log_5 625 + Log 100 - Log_3 27?

3- Considerando-se Log_7 10 = 1,1833. Qual é o Log_7 70?

4- Calcule o Log_3 5 sabendo que o Log_3 45 = 3,464974?

5- Determine o valor de:

a) $E = \log_2 \sqrt[3]{64} - \log_8 1 + \log_4 \frac{1}{4}$

b) $E = \log_{10} \sqrt[4]{1000} - 3^{\log_4 4} - \log_4 (16) + \log_7 7^2$

6- Se $\log_{10}(2x - 5) = 0$, então x vale:

a) 5
b) 4
c) 3
d) 7/3
e) 5/2

7- Se log 2 = a e log 3 = b, escrevendo $\log \frac{32}{27}$ em função de a e b obtemos:

a) 2a + b
b) 2a - b
c) 2ab
d) 2a/b
e) 5a - 3b

8- Admitindo-se que $\log_5 2 = 0,43$ e $\log_5 3 = 0,68$, obtém-se para $\log_5 12$ o valor

a) 1,6843 b) 1,68 c) 1,54 d) 1,11 e) 0,2924

9- Se $\log_2 b - \log_2 a = 5$ o quociente b/a, vale:

a) 10 b) 32 c) 25 d) 64 e) 128

10- Se log a = 0,477 e log b = 0,301, então log (a/b) é

a) - 0,823 b) - 0,176 c) 0,176 d) 0,778

11 – Construa o gráfico da função logarítmica:

a) $f(x) = \log_2 x$

b) $y = \log_{1/2\, x}$

c) $f(x) = \log_2 (x-1)$

12 – Construa, num mesmo sistema de eixos, os gráficos de:

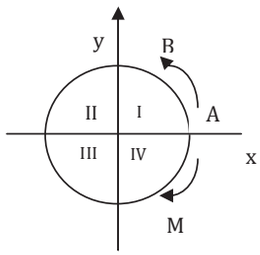
a) $f(x) = 3^x$ e $f(x) = \log_3 x$

b) $y = 2^x$ e $f(x) = \log_2 x$

10 – CICLO TRIGONOMÉTRICO

É uma circunferência orientada à qual se associa um sistema de coordenadas ortogonais coincidindo o centro da circunferência com a origem do sistema cartesiano, tendo como raio a unidade de medida dos eixos.

Para trabalhar com medida de arcos no ciclo trigonométrico devemos adotar as seguintes convenções:



+ anti-horário
- horário

- O sistema cartesiano divide o ciclo em quatro partes denominadas quadrantes;
- A origem dos arcos é o ponto A, para o percurso de qualquer arco trigonométrico
- Os arcos positivos devem ser trabalhados no sentido anti-horário e os arcos negativos no sentido horário.

Obs: Na trigonometria podemos ter não só arcos maiores que 360º (arcos de mais uma volta), mas arcos negativos (menos que 0º).

Exemplos:

Determine em qual quadrante está localizada a extremidade de um arco de 1590º.

Resolução:

$$\begin{array}{r|l} 1590^\circ & 360^\circ \\ \underline{-\ 1440} & 4 \\ 150^\circ & \end{array}$$ (número de voltas)

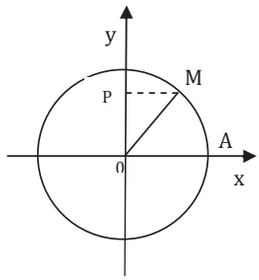
Então $1590^\circ = 4 \cdot 360^\circ + 150^\circ$ (2º quadrante)

10.1 - FUNÇÃO CIRCULARES

Por meio de um bom domínio das funções circulares seno, cosseno e tangente é possível chegar as demais funções (cotangente, secante e cossecante) sem maiores problemas.
Numa função circular procura-se associar cada arco do ciclo trigonométrico a um número real.

10.1.1 – Função Seno

É a função que associa a cada arco $\overset{\frown}{AM}$ seu seno.



Sen $\overset{\frown}{AM}$ = $\overline{OP}$ note que OP é a ordenada do ponto M.

Resumo para a variação da função seno.

X	0	Iq	$\frac{\pi}{2}$	IIq	π	IIIq	$\frac{3\pi}{2}$	IVq	2π
Sen X	0	↗ +	1	↘ +	0	↘ -	-1	- ↗	0

↗ crescente

↘ decrescente

Resumo de sinais.

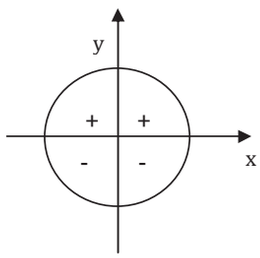
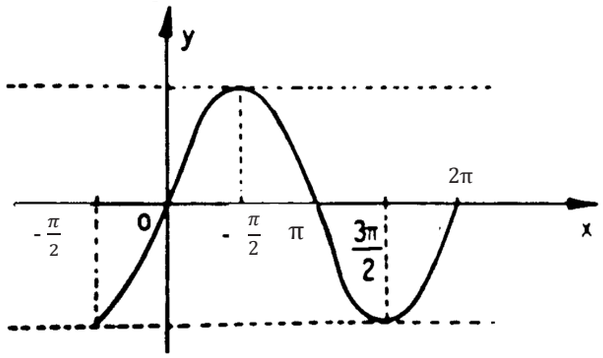


Gráfico da função Seno.



Observe que o período da função y = sen x é 2π, pois de 2π em 2π a mesma curva se repete indefinidamente.

Exemplo:

1) Calcule sen 180º + sen 270º - sen 90º

Resolução:

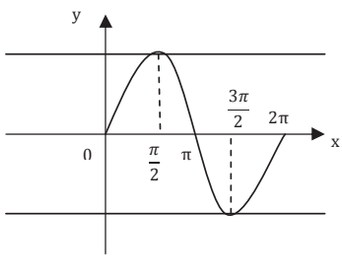
Basta encontrar os valores separadamente e somar.

(0) + (-1) – (+1) = 0 -1 -1 = -2

2) Esboce o gráfico da função y = 2sen x

Resolução:

Esta função simplesmente dobra os valores da função y = sen x, mas o período permanece o mesmo.



x	Sen x = y
0	0
$\frac{\pi}{2}$	2
π	0
$\frac{3\pi}{2}$	-2
2π	0

10.1.1.1 – Exercícios

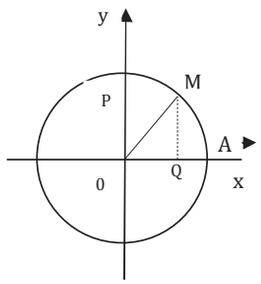
1) Sendo x = 90º, calcule o valor da expressão: sen 5x –sen 2x + sen (-3x).

2) Calcule sen $\frac{7\pi}{2}$ - sen $\frac{17\pi}{2}$ + sen (- $\frac{\pi}{2}$)

3) Faça o gráfico da função f(x) = 3 sen x (use tabela).

10.1.2 – FUNÇÃO COSSENO

É uma função que associa a cada arco $\overset{\frown}{AM}$ o seu cosseno.



cos $\overset{\frown}{AM}$ = $\overline{0Q}$
note que $\overline{0Q}$ é a abscissa do ponto M.

Resumo para variação de função cosseno

X	0	Iq	$\frac{\pi}{2}$	IIq	π	IIIq	$\frac{3\pi}{2}$	IVq	2π
Cos X	1	+ ↘	0	↘ -	-1	↗ -	0	+ ↗	1

↗ crescente

↘ decrescente

Resumo dos sinais.

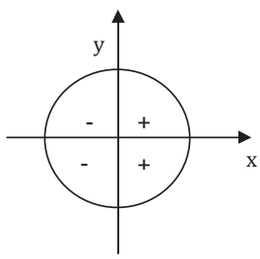
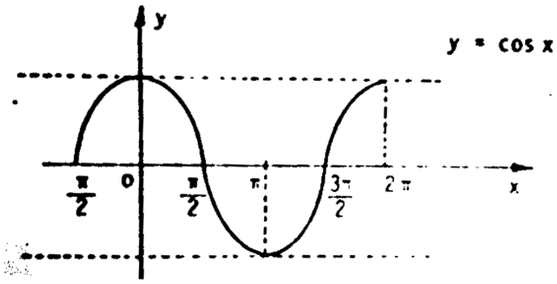


Gráfico da função Cosseno.



Observe que o período da função y = cos x é 2π, pois de 2π em 2π a mesma curva se repete indefinidamente.

Exemplo:

1) Calcule cos 90º + cos 360º - cos 450º .

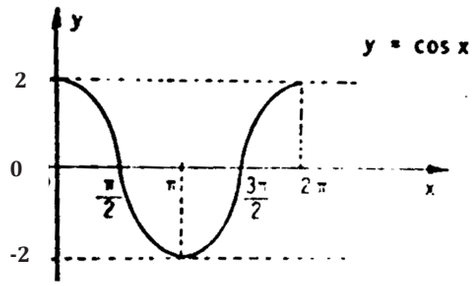
Resolução:

Basta encontrar os valores separadamente e somar
0 + 1 – 0 = 1

2) Esboce o gráfico da função y = 2 cos x

Resolução:

Esta função simplesmente dobra os valores da função y = cos x, mas o período permanece o mesmo.



x	Cos x = y
0	2
$\frac{\pi}{2}$	0
π	-2
$\frac{3\pi}{2}$	0
2π	2

10.1.2.1 - Exercícios:

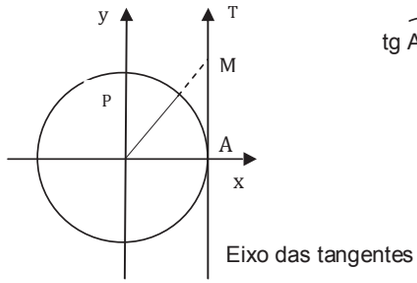
1) Sendo x = 180º, calcule o valor da expressão :

$$\cos 3x - \cos 4x + \cos \frac{x}{4}$$

2) Faça o gráfico da função f(x) = 3 cos x (use tabela).

10.1.3 – FUNÇÃO TANGENTE

É a função que associa a cada arco $\overset{\frown}{AM}$ a sua tangente.



$tg \overset{\frown}{AM} = \overline{AT}$

Resumo para variação da função tangente.

X	0	Iq	$\frac{\pi}{2}$	IIq	π	IIIq	$\frac{3\pi}{2}$	IVq	2π
tg X	0	↗ +	∄	↗ -	0	↗ +	0	↗ -	0

↗ crescente

↘ decrescente

Resumo dos sinais.

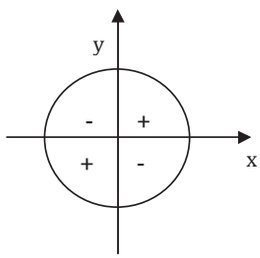
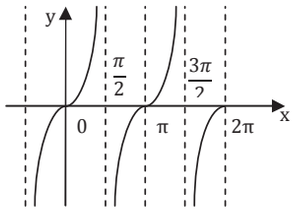


Gráfico da função tangente.



x	Tg x = y
0	0
$\frac{\pi}{2}$	$\nexists$
π	0
$\frac{3\pi}{2}$	$\nexists$
2π	0

Exemplo

1) Calcule o valor da expressão $\text{tg } 2\pi + 3 \text{ tg } \frac{\pi}{4} + 2 \text{ tg } 5\pi$

Resolução:

Basta encontrar os valores separadamente e somar.

0 + 3. (+1) + 2.0 = 3

10.1.3.1 – Exercícios:

1) Sendo cos $x = \frac{1}{2}$ e $0 < x < \frac{\pi}{2}$, calcule tg x.

2) Sendo sen $x = \frac{1}{5}$ e $0 < x < \frac{\pi}{2}$, calcule tg x.

11 – NÚMEROS COMPLEXOS

Conjunto dos Números Complexos

A necessidade de um novo conjunto de números nasceu com intuito de dar solução às equações do tipo $x^2 + 1 = 0$.

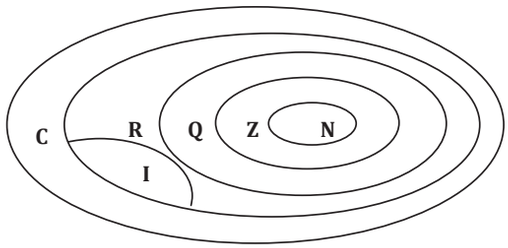
11.1- CONJUNTOS NUMÉRICOS

a) Conjunto dos números Naturais → N = {0, 1, 2, 3, 4, 5, ...∞ }
b) Conjunto dos números Inteiros → Z = { -∞ ..., -5, -4, -3, -2, -1, 0, 1, 2, 3, 4, 5, ...∞ }
c) Conjunto dos números Racionais → Q = { x | x = p/q, com p ∈ **Z,** q ∈ **Z** e q≠ 0}
d) Conjunto dos números Irracionais → I

Número irracional é o número que tem uma representação decimal infinita e não periódica.
Ex: $\sqrt{3}$ = 1, 732... ; - $\sqrt{5}$ = -2,236067978... ; $\sqrt{2}$ = 1,414...; **π** = 3,14159...

e) Conjunto dos números Reias → R = Q ∪ I
f) Conjunto dos números Complexos (C), onde R ⊂ C [Lê-se: o conjunto R está contido no conjunto de números Complexos].

Para facilitar a visualização destes conjuntos numéricos, pode-se representá-los graficamente, como abaixo:



Donde: **N** ⊂ **Z** ⊂ **Q** ⊂ [**R** = Q ∪ I] ⊂ **C**

11.2 – NÚMERO IMAGINÁRIO

Unidade Imaginária: é a denominação dada ao número $\sqrt{-1}$

A forma de simplificar a notação, criou-se o número i (na matemática) ou j (na engenharia elétrica) de forma que o seu quadrado fosse igual a – 1. Portanto:

$$J^2 = -1 \text{ ou } j = \sqrt{-1}$$

Exemplos:

1) Fazendo uso das informações fornecidas até o momento [.imaginário j] efetue a operação indicada:

(4j + 5j)j =

Resolução: o j fora dos parênteses está multiplicando os termos, também em j, dentro dos parênteses, portanto ficará:

(4j + 5j)j = 4j . j + 5j . j =$4j^2 + 5j^2$ = Obs: $j^2 = -1$
(4j + 5j)j = 4 (-1) + 5 (-1) = -4 -5 = -9

Lembrete:

$ax^2 + bx + c = 0$

$x = \frac{-b \pm \sqrt{\Delta}}{2a}$

Onde: $\Delta = b^2 - 4ac$

2) Resolva a equação do 2º grau: $x^2 + 2x + 2 = 0$ { a=1, b=2, c=2

Então:

$$x = \frac{-b \pm \sqrt{\Delta}}{2a}$$

$\Delta = b2 - 4ac \rightarrow \Delta = 2^2 - 4 . 1 . 2 = 4 - 8 = -4$

$\sqrt{\Delta} = \sqrt{-4}$

Então: $-4 = \underbrace{\sqrt{(4).(-1)} = 4 . -1 = 2j}$

Aplicou-se a propriedade 3 da radiciação

$$x = \frac{-b \pm \sqrt{\Delta}}{2a} = \frac{-2 \pm (-4)}{2 .1} = \frac{-2 \pm 2j}{2}$$

Daí pode-se tirar: $x_1 = (-2 + 2j) / 2 \rightarrow x_1 = 2 (-1 + j) /2 \rightarrow \mathbf{x_1 = -1 + j}$
$x_2 = (-2 - 2j) / 2 \rightarrow x_2 = 2 (-1 - j) /2 \rightarrow \mathbf{x_2 = -1 - j}$

Resposta: V = {-1 –j , -1 + j} ou ainda pode ser dada como resposta: S = {-1-j , -1 + j}

Lembrete

Potenciação	**Radiciação**
1) $a^m \cdot a^n = a^{m+n}$	1) $(\sqrt[n]{a})^n = a$, com $n \in N^*$
2) $a^m : a^n = a^{m-n}$ $(a \neq 0)$	2) $\sqrt[n]{a} = \sqrt[np]{a^p}$
3) $(a^m)^n = a^{m.n}$	3)) $\sqrt[n]{a.b.c} = \sqrt[n]{a} \cdot \sqrt[n]{b} \cdot \sqrt[n]{c}$
4) $(ab)^n = a^n \cdot b^n$	4) $\sqrt[n]{a/b} = (\sqrt[n]{a}) \cdot (\sqrt[n]{b})$
5) $\left(\frac{a}{b}\right)^n = \frac{a^n}{b^n}$ $(b \neq 0)$	

Número Complexo: é todo número de forma x + yj ou x + jy (Forma Algébrica ou retangular), tal que x e y sejam números reais e j é sua unidade imaginária.

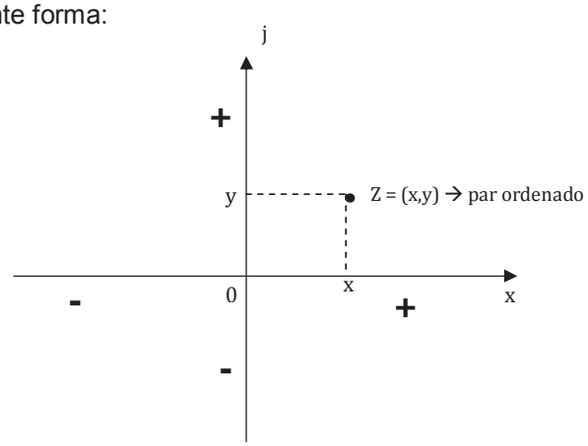
Exemplos:

Identificar a parte real e imaginária dos números complexos abaixo listados:

a) 4 + 2j → 4 é sua parte Real e +2j a sua parte imaginária.
b) 1 + 3j → 1 é sua parte Real e +3j a sua parte imaginária.
c) -5 + 4j → -5 é sua parte Real e +4j a sua parte imaginária.
d) 5 – 3j → 5 é sua parte Real e -3j a sua parte imaginária.
e) -10 – 20j → -10 é sua parte Real e -20j a sua parte imaginária.
f) 8 → 8 é sua parte Real e 0 a sua parte imaginária [é um real puro].
g) 5j → 0 é sua parte Real e -5j a sua parte imaginária [é um imaginário puro].

11.4 – PLANO DE ARGAND – GAUSS

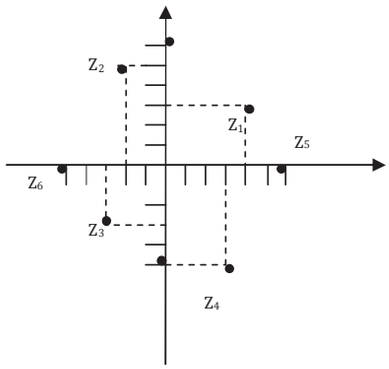
À luz do plano cartesiano, pode –se facilmente entender o Plano Complexo de Argand – Gauss, no qual o número complexo **z = x + yj** pode ser representado da seguinte forma:



Exemplos:

1) Indicar os números complexos no Plano Complexo:

a) $z_1 = 4 + 3j$
b) $z_2 = -2 + 5j$
c) $z_3 = -3 – 2j$
d) $z_4 = 3 – 4j$
e) $z_5 = 6$
f) $z_6 = -4$
g) $z_7 = 6j$
h) $z_8 = - 4j$



11.4.1 – Exercícios

1) Fazendo uso das informações fornecidas até o momento [imaginário j] efetue as operações indicadas:

a) $(2j + j) j^2 =$

b) $(j + j) j =$

c) $(2 + 3j) . (1 – 2j) =$

2) Resolva a equação do 2º grau: $x^2 + 2x + 5 = 0$

3) Resolva a equação do 2º grau: $x^2 + 3x + 9 = 0$

4) Resolva a equação do 2º grau: $x^2 + 2x + 10 = 0$

5) Indicar, no Plano Complexo, os números complexos abaixo listados:

a) 4 + 2j
b) 1 + 3j
c) -5 + 4j
d) 5 – 3j
e) -10 – 20j
f) 8
g) 5j
h) -3j
i) -4

OPERAÇÕES COM NÚMEROS COMPLEXOS	
a) Igualdade	$a + bj = c + dj \leftrightarrow a = c$ e $b = d$
b) Adição	$(a + bj) + (c + dj) = (a + c) + (b + d)j$
c) Multiplicação	$(a + bj) . (c + dj) = a (c + dj) + bj (c + dj) = ac + adj + bcj + bdj^2 \rightarrow$ mas $j^2=1$ $(a + bj) . (c + dj) = (ac – bd) + (ad + bc)j$
d) Conjugado	Seja $z= x + yj$ então o seu conjugado (z^* ou $\overline{z}$, z barra) será: $z^* = x - yj$
e) Divisão	Sejam $z_1 = a + bj$ e $z_2 = c + dj \rightarrow z_1/z_2 = (a + bj) / (c + dj)$ $\frac{z_1}{z_2} = \frac{a + bj}{c + dj} = \frac{(a + bj) (c – dj)}{(c + dj) (c – dj)}$ = daí resolve-se estas multiplicações

11.5) OPERAÇÕES COM NÚMEROS COMPLEXOS

Exemplos:

1) Dados $z_1 = 3 + 2j$ e $z_2 = 1 – 4j$, encontre:

a) $z_1 + z_2 \rightarrow = (3 + 2j) + (1 – 4j) = 3 + 1 + 2j – 4j = 4 – 2j$
b) $z_1 – z_2 \rightarrow = (3 + 2j) - (1 – 4j) = 3 - 1 + 2j + 4j = 2 + 6j$
c) $z_2 – z_1 \rightarrow = (1 - 4j) - (3 +2j) = 1 – 4j - 3 – 2j = -2 – 6j$
d) $z_1 . z_2 \rightarrow (3 + 2j) . (1 – 4j) = 3 . 1 + 3 (-4j) + 2j (1) + 2j (-4j) = 3 – 12j + 2j – 8j^2$
=
como $j^2 = -1 \rightarrow z_1 . z_2 = 3 – 8 (-1) – 10j = 11 – 10j$
e) $\frac{z_1}{z_2} \rightarrow = \frac{(3 + 2j)}{(1 – 4j)} = \frac{(3 + 2j)(1 + 4j)}{(1 - 4j)(1 + 4j)} = \frac{3(1) + 3(4j) + 2j(1) + 2j(4j)}{1(1) + 1(4j) – 4j(1) – 4j(4j)}$

$\frac{z_1}{z_2} = \frac{3 + 12j + 2j + 8j2}{1 + 4j – 4j – 16j2} = \frac{3 – 8 + 12j + 2j}{1 + 16 + 4j -4j} = \frac{-5 + 14j}{17} = \frac{-5}{17} + \frac{14 j}{17}$

2) Determine $x \in R$ e $y \in R$ de modo que $(x + 2y) + (3 – yj) = 5 –j$

Solução : Aplicando a definição de igualdade, tem-se:
$(x+ 3) + (2 – y)j = 5 – j \rightarrow x + 3 = 5 \rightarrow x=2$
$\rightarrow 2 – y = -1 \rightarrow y=3$

11.5.1 – Exercícios

1) Efetuar:
a) $(1 + 2j) + (3 – 5j) =$
b) $(5 – 2j) + (2 + 8j) =$
c) $(1 – 2j) – (1 + j) =$
d) $(4 – 3j) – (3 + j) + 2j =$

2) Efetuar:

a) (1 + 2j) . (3 – 5j) =
b) (2 – 3j) . (3 + j) =
c) (4 + 3j) . (4 – 3j) =
d) (5 + j) . (2 – 3j) . j =

3) Calcular:

a) $(2 + 3j)^2$ =
b) $(1 – 3j)^2$ =
c) $(3 – j)^2$ =
d) $(-j)^2$ =

4) Determine x e y de modo que:

a) (3 + 5xj) = y – 15j
b) (3 + yj) + (x – 2j) = 7 – 5j
c) (x + yj) . (2 + 3j) = 1 + 8j
d) $(x + yj)^2$ = -5 – 12j

5) Efetuar:

a) $\frac{3}{j}$

b) $\frac{3-2j}{j-1}$

c) $\frac{3+4j}{4-3j}$

d) $\frac{2}{1+j}$

11.6) OUTRAS FORMAS PARA REPRESENTAR OS NÚMEROS COMPLEXOS

OUTRAS FORMAS PARA OS NÚMEROS COMPLEXOS		
Forma	**Representação**	**Operações**
1) Forma Algébrica ou Retangular	$z = x + yj$	Já foram apresentadas anteriormente.
2) Forma Polar ou de Steinmetz	$z = r \angle \theta$	**Multiplicação:** $z_1 . z_2 = r_1 \angle \theta_1 \cdot r_2 \angle \theta_2 = r_1.r_2 \angle \theta_1 + \theta_2$ **Divisão:** $\frac{z_1}{z_2} = \frac{r_1 \angle \theta_1}{r_2 \angle \theta_2} = (r_1 / r_2) \angle \theta_1 - \theta_2$ **Conjugado:** se $z = r \angle \theta$ é : $z^* = r \angle -\theta$
3) Forma Exponencial	$z = r e^{j\theta}$	Não será tratada neste curso.
4) Forma Trigonométrica	$z = r (\cos \theta + j \text{ sen } \theta)$	**Conjugado:** Se: $z = r (\cos \theta + j \text{ sen } \theta) \rightarrow$ $z^* = r (\cos \theta - j \text{ sem } \theta)$

Exemplos:

a) Seja $z_1 = 10 \angle 30º$ e $z_2 = 5 \angle -45º$, então calcule a1) $z_1 . z_2 =$
2) $z_1 / z_2 =$

Resolução:

a1) $z_1 . z_2 = 10 \angle 30º . 5 \angle -45º = 10 . 5 \angle 30º + (-45º) = 50 \angle -15º$

a2) $z_1 / z_2 = 10 \angle 30º / 5 \angle -45º = 10 / 5 \angle 30º - (-45º) = 2 \angle 75º$

b) Dados $z_1 = 8 \angle -30º$ e $z2 = 2 \angle -60º$ encontrar: b1) $z1 . z2 =$
b2) $z_1 / z_2 =$

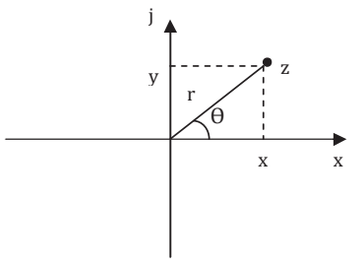
Resolução:

b1) $z_1 . z_2 = 8 \angle -30º . 2 \angle -60º = 8 . 2 \angle 30º + (-60º) = 16 \angle -90º$

a2) $z_1 / z_2 = 8 \angle -30º / 2 \angle -60º = 8 / 2 \angle -30º - (-60º) = 4 \angle 30º$

11.7) MÓDULO DE UM NÚMERO COMPLEXO

Seja o número z = x + jy plotado no plano complexo como mostrado abaixo:



Onde: r = módulo de z e θ = argumento z

Chama- se **r** de módulo do número complexo z, e daí pode-se retirar as seguintes conclusões:

$|z| = r = \sqrt{x^2 + y^2}$ e $\cos\theta = x/r$ e $\operatorname{sen}\theta = y/r$

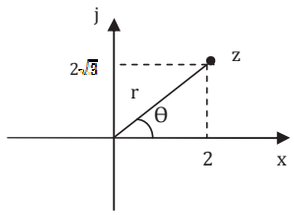
11.7.1) Exercícios:

1) Determinar o módulo e o argumento e dar a representação gráfica dos seguintes números complexos:

Exemplo:

a) $2 + 2\sqrt{3}\,j \rightarrow \quad r = \sqrt{2^2 + (\sqrt{3})^2} = 4 \quad \cos\theta = 1/2 \quad \begin{cases} \theta = \arccos(1/2) = 60º \\ \theta = \operatorname{arc\,sen}(\sqrt{3}/2) = 60º \end{cases}$

$\operatorname{sen}\theta = (2\sqrt{3})/4 = \sqrt{3}/2$



b) 3j

c) -2 + 2j

d) -3

e) - $\sqrt{6}$ - $\sqrt{2}$ j

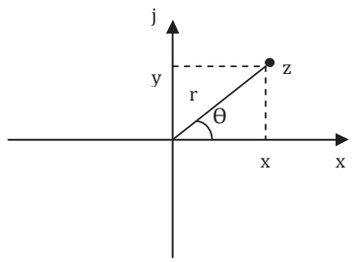
f) – 3j

g) 2 – 2j

Lembrete: Relações Trigonométricas básicas						
sen ß = $\frac{\text{cateto oposto}}{\text{hipotenusa}}$	Tg ß = $\frac{\text{cateto oposto}}{\text{cateto adjacente}} = \frac{\text{sen ß}}{\text{cos ß}}$		**30º**	**45º**	**60º**	**90º**
cos ß = $\frac{\text{cateto adjacente}}{\text{hipotenusa}}$		**sen**	$\frac{1}{2}$	$\frac{\sqrt{2}}{2}$	$\frac{\sqrt{3}}{2}$	1
	sen^2 ß + $\cos^2$ ß = 1	**cos**	$\frac{\sqrt{3}}{2}$	$\frac{\sqrt{2}}{2}$	$\frac{1}{2}$	0
		tg	$\frac{\sqrt{3}}{3}$	1	$\sqrt{3}$	∞

11.8) FORMA TRIGONOMÉTRICA DE UM NÚMERO COMPLEXO

Seja o número complexo z = x + jy plotado no plano complexo, como mostra abaixo:



Sendo: $|z| = r = \sqrt{x^2 + y^2}$ e que x = r cos θ e y = r sen θ

Portanto: z = x + jy = r cos θ + j r sen θ = r (cos θ + j sen θ)

Ou z = r (cos θ + j sen θ), que é a forma trigonométrica

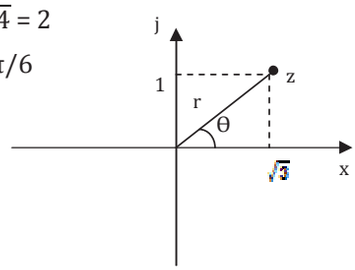
Exemplos:

1) Escrever na forma trigonométrica o seguinte número complexo na forma retangular z = $\sqrt{3}$ + j

$|z| = r = \sqrt{x^2 + y^2} = \sqrt{(\sqrt{3})^2 + 1^2} = \sqrt{3+1} = \sqrt{4} = 2$

cos θ = $\sqrt{3}$ / 2 → θ = arc cos ($\sqrt{3}$ / 2) = 30º ou π/6

então: $\sqrt{3}$ + j = 2 (cos 30º + j sen 30º)



2) Transformar da forma polar para forma retangular o número complexo
$z = 10\angle 30^o$

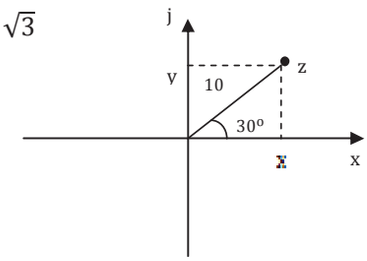
Como: $x = r \cos \theta$ e $y = r \operatorname{sen} \theta$

$x = 10 \cos 30^o = 10 \sqrt{3} / 2 = 5 \sqrt{3}$

$r = 10$, $\theta = 30^o$

$y = 10 \operatorname{sen} 30^o = 10 \cdot 1/2 = 5$

Então: $z = 10\angle 30^o = 5 \sqrt{3} + j5$



3) Transformar da forma retangular para a forma polar o seguinte número complexo:

$z = \sqrt{3} + j$ para a forma trigonométrica já está resolvido no exercício 1 acima, portanto: $\theta = 30^o$ e

$r = 2$, então este número complexo na forma polar fica: **$z = 2\angle 30^o$**

11.8.1) Exercícios :

1) Escrever na forma trigonométrica os seguintes números complexos:

a) $1 + \sqrt{3}\, j =$

b) $-2 + 2\, j =$

c) $\sqrt{2} + \sqrt{6}\, j =$

2) Escrever na forma algébrica ou retangular os seguintes números complexos:

a) $z = 4 (\cos 45^o + j \operatorname{sen} 45^o)$

b) $z = \sqrt{3} (\cos \pi + j \operatorname{sen} \pi)$

c)) $z = \sqrt{2} (\cos 90^o + j \operatorname{sen} 90^o)$

3) Transformar os números complexos abaixo da forma polar para a forma retangular:

a) $z = 12{,}3 \angle 30º =$

b) $z = 25 \angle -45º =$

4) Transformar os números complexos abaixo da forma retangular para a forma polar:

a) $z = 2 + j2$

b) $z = 5\sqrt{3} + j5$

4) Dado os números complexos

$z_1 = 10 \angle -45º$, $z_2 = 5 \angle 30º$, $z_3 = 15 \angle 60º$, $z_4 = 20 \angle -60º$

efetue o que se pede abaixo:

a) transforme-os para a forma retangular.
b) transforme-os para a forma trigonométrica.
c) $z_1 . z_2 =$
d) $z_1 . z_3 =$
e) $z_1 . z_4 =$
f) $z_2 . z_3 =$
g) $z_2 . z_4 =$
h) $z_3 . z_4 =$
i) $z_1 / z_2 =$
j) $z_1 / z_3 =$
k) $z_1 / z_4 =$
l) $z_2 / z_3 =$
m) $z_2 / z_4 =$
n) $z_3 / z_4 =$
o) $z_1 . z_1 =$
q) $z_1 / z_1 =$

LEITURA COMPLEMENTAR:

1.- Introdução à problemática da telefonia

Já no final do séc. XX a telefonia tinha transcendido em muito sua concepção inicial: comunicação à distância da voz humana. Hoje, é enorme a quantidade e a diversidade dos serviços baseados em telefonia e que diariamente são usados no cotidiano do até mais simples cidadão: fax, acesso a serviços bancários, Internet, etc.

Para que esses serviços fossem disseminados, foi necessário construir gigantescas redes telefônicas, alastrando-se pelos mais remotos pontos do planeta e composta de fios de cobre, de fibras ópticas, cabos submarinos e outros meios de conexão. Além disso, para que esses serviços tivessem um funcionamento **seguro e eficiente**, foram necessários **muitos estudos matemáticos e simulações computacionais** para que chegássemos a entender como essas redes imensas devem ser projetadas e podem ser controladas.

A **complexidade** das atuais redes telefônicas torna difícil isolar os fatores determinando seu comportamento. Ao longo do dia poderemos ter períodos de ociosidade e de congestionamento. Para os engenheiros, é impossível prever o programa de TV que resolveu fazer uma votação premiada por telefone e que acabará produzindo a sobrecarga de alguma estação na rede. Igualmente impossível saber prever a amplitude dos estragos provocados pelo trator que, trabalhando numa estrada, acidentalmente arrebentou um cabo telefônico.

A saída foi usar uma **abordagem probabilista** para viabilizar os estudos e simulações necessárias. Os engenheiros encontraram na Teoria dos Processos Estocásticos, e em particular nos processos de Markov, os conceitos e instrumentos matemáticos apropriados para tal.

Posteriormente, ao longo do séc. XX, os engenheiros constataram que a natureza matemática de muitos dos problemas associados às redes telefônicas são essencialmente iguais aos encontrados em várias áreas da engenharia, como no estudo e projeto de redes de computadores, das malhas rodo e ferroviárias, bem como no agenciamento de tarefas industriais. As ideias e métodos correspondentes foram abstraídas e hoje constituem uma importante disciplina da Matemática Aplicada, chamada de Teoria das Filas.

Nosso objetivo aqui é dar uma rápida ideia da contribuição da Matemática na área da telefonia, sem entrar em tecnicalidades.

2.- O problema básico da telefonia

Sob um ponto de vista muito ingênuo, a tarefa do projeto de uma central telefônica parece ser muito simples: desde que conhecêssemos a **demanda** de ligações, tudo o que o engenheiro teria de fazer seria calcular o **número de linhas** (ou canais, ou troncos telefônicos) que seriam suficientes para atender a tal demanda.

Dizemos que esse ponto de vista é ingênuo pois que vivemos num mundo de recursos limitados e, mesmo que conseguíssemos colocar um número de linhas capaz de cobrir totalmente a atual demanda, a tendência é essa demanda crescer no tempo e superar essa capacidade. Além disso, conforme já observamos no início, temos mil e um fatores imprevisíveis que podem provocar um pico inesperado de demanda a ponto de ultrapassar a atual capacidade de atendimento da central, estabelecendo-se um estado de congestionamento.
Assim que, no mundo real, o engenheiro que projeta uma central telefônica contenta-se em achar um número de linhas que garanta que a probabilidade de haver um excesso de demanda, ou congestionamento da central, não seja maior do que um valor considerado razoável.

Consequentemente, o projeto de uma central telefônica envolverá três variáveis e não duas. Explicitemos mais cuidadosamente todas essas variáveis:

- **o número de linhas** (ou canais, ou troncos telefônicos) que estarão à disposição dos usuários da central telefônica em projeto.
- **a demanda** da central, ou seja: o volume de tempo - expresso em horas - do total das ligações solicitadas à central em uma hora; ou seja: a unidade de medida da demanda é quantidade de horas de ligações por hora, sendo que os engenheiros deram o nome de erlang a essa unidade de medida.

  EXEMPLO:
  Numa central telefônica com 100 linhas, qual a demanda produzida se cada linha recebe, em média, 2 chamadas / hora e essas tem duração média de 3 minutos?

  Solução:
  Chegam à central 100 x 2 = 200 chamadas por hora, que ocupam 200 x 3 = 600 minutos = 10 horas. Consequentemente, a demanda é de 10 horas por hora, ou seja: 10 erlang.

- **o congestionamento provável** da central, ou seja: o provável percentual de chamadas que encontrarão a central ocupada.

número de linhas da central = **L**
demanda na central = **d**
congestionamento provável = **c**

Posto isto, vemos que o projeto de uma central telefônica estará resolvido se conseguirmos expressar o número L de linhas em termos da demanda d a ser atendida e do congestionamento provável c que estamos dispostos a aceitar. Assim que o problema básico da telefonia é: achar a função L = L (c , d) .

3.- A solução idealizada de Erlang

Os primeiros estudos teóricos das redes telefônicas foram feitos no inicio do séc. XX, pelo matemático dinarmaquês A. K. Erlang, quando esse trabalhava na central telefônica de Copenhagen. Os resultados que ele conseguiu ainda hoje são usados na telefonia.
Para viabilizar esses estudos, Erlang fez as seguintes idealizações de comportamento da central telefônica:

As chamadas telefônicas chegam aleatoriamente na central. Elas produzem ou não conexão com seu destino, dependendo da disponibilidade momentânea da central. Havendo linha disponível, a ligação é feita instantaneamente; caso contrário, quando todos os canais estiverem ocupados, a chamada do usuário recebe o sinal de "ocupado" e a mesma é imediatamente perdida (ou seja: ela não fica esperando até a liberação de uma linha; ao contrário, posteriormente, o usuário deverá tentar outra ligação).

Trabalhando com essas idealizações de central telefônica , o primeiro resultado importante que Erlang conseguiu ocorreu em 1909, quando descobriu que as chamadas podiam muito bem ser aproximadas por uma distribuição de

probabilidades do tipo de Poisson. Isso foi feito no trabalho: *"The Theory of Probabilities and Telephone Conversations"*.

A partir desse resultado, mais alguns anos de trabalho lhe permitiram relacionar as três variáveis básicas: c, L e d. Esse resultado, ainda hoje fundamental tanto para telefonia clássica como para telefonia celular, foi publicado no artigo *"Solution of some Problems in the Theory of Probabilities of Significance in Automatic Telephone Exchanges", 1 913* e pode ser resumido pela seguinte fórmula:

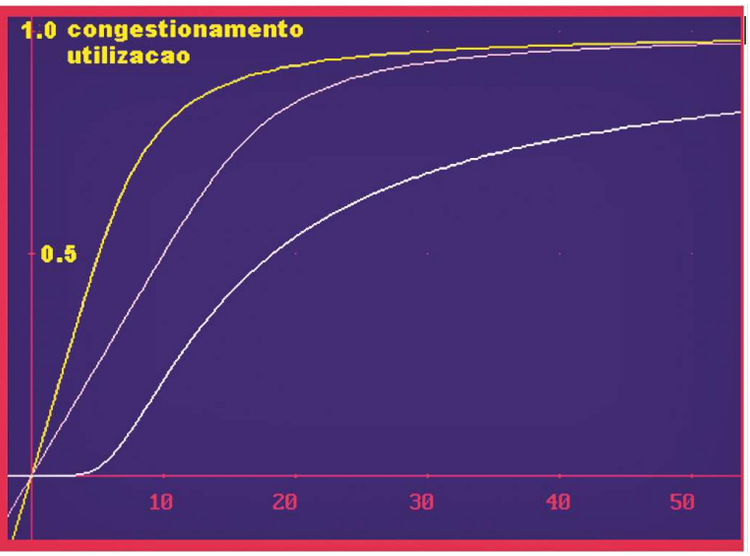
$$c(L,d) = \frac{\frac{d^L}{L!}}{1 + \frac{d}{1!} + \frac{d^2}{2!} + \frac{d^3}{3!} + \frac{d^4}{4!} + \ldots + \frac{d^L}{L!}}$$

Observe que se trata de uma relação do tipo c = c (L , d) e não do tipo L = L (c , d), conforme estávamos esperando. Adiante, trataremos de enfrentar esse pequeno problema. Por enquanto, tratemos de entender o significado dessa fórmula:

Exemplo:
Uma central com L = 15 linhas e demanda d = 10 erlang terá um congestionamento de c = c (15, 10) = 0.036, ou seja: 3.6% das chamadas receberão o sinal de ocupado.

Exemplo:
Verifiquemos o que ocorre com o congestionamento de uma central telefônica de 10 linhas à medida que a demanda aumenta rapidamente, sucessivamente dobrando de valor. Para tal, verifique os valores da tabela abaixo e identifique qual gráfico representa a curva c = c (10, d):

d	c
5	0.018
10	0.215
20	0.538
40	0.758
80	0.877



Exemplo:
Podemos escrever **d = d_A + d_r** , onde **d_A** = demanda atendida e **d_r** = demanda recusada. A razão **u = d_A / L** representa o **grau de utilização** da central.
Tomando **c = d_r / d** , mostre que:

$$\mathbf{u = u(L, d) = \frac{d}{L}\left[1 - c(L, d)\right]}$$

Exemplo:
Preencha os quadros abaixo:

central de 10 linhas	
d	u
5	
10	
20	0.92
40	
80	

central de 20 linhas	
d	u
5	
10	
20	0.84
40	
80	

Verifique que os gráficos de u (10, d) e u (20, d) estão entre os três desenhados acima. Interprete-os.

4.- Aplicação ao projeto de centrais telefônicas

Já observamos que a fórmula de Erlang nos dá uma relação do tipo c = c (L , d), enquanto que o problema do projeto consiste em achar o número L de linhas em função do grau de congestionamento aceitável e da demanda envolvida; ou seja: para projeto, o conveniente é trabalharmos com relação da forma L = L (c , d). A tentativa de transformar, algebricamente, a relação c = c (L, d) em uma relação tipo L = L (c , d) não frutifica. Isso nos deixa duas alternativas:

- tratar c = c (L , d) como uma equação na incógnita L.
- ou fazermos uma tabela de valores L para uma grande quantidade de possibilidades de d e c, e então usar interpolação.

A maioria dos engenheiros prefere a segunda alternativa acima. Contudo, por ser matematicamente mais natural, tratemos da primeira alternativa. Para facilitar, raciocinemos em cima de um exemplo numérico:
Seja calcular o número de linhas L necessárias para construir uma central telefônica capaz de atender uma demanda de d = 55 erlang com congestionamento de c = 0.01 (ou seja: nessa central, apenas 1 % das chamadas deverão resultar ocupadas).

A equação c (L, 55) = 0.01 terá de ser resolvida por processo iterativo. Para isso usa-se que, segundo obtemos calculando via a formula de Erlang, para d < 75 erlang e com c = 0.01 os L são dados aproximadamente por 6 + d / 0.85. Consequentemente, para d = 55 , temos que aproximadamente L = 70. A partir disso, obtemos uma sequência de intervalos envolvendo o valor exato de L e que vão diminuindo sucessivamente:

c (70, 55) = 0.0074
c (60, 55) = 0.0532
c (65, 55) = 0.0228
c (67, 55) = 0.0151
c (69, 55) = 0.0095
c (68, 55) = 0.0128

de modo que, como L tem de ser um número inteiro, devemos ter **L = 69** linha.

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

ALVARENGA, B., MÁXIMO, A. *Curso de Física*, vol. 1, 3ª ed. Editora Harbra Ltda: São Paulo, 1992.

ANDRINI, A., VASCONCELLOS, M.J. *Praticando Matemática*, 5ª. série do 1º. Grau, Editora do Brasil: São Paulo, 2002.

CASTRUCCI, B. , GIOVANNI, J.R. *A Conquista da Matemática*, 5ª à 8ª séries do 1º grau. Editora FTD S.A.: São Paulo, 2005.

DANTE, L.R. *Matemática Contexto & Aplicações*, 2 Ensino Médio. Editora Ática: São Paulo, 2008.

EDMINISTER, J.A. *Circuitos Elétricos*. Editora McGraw-Hill do Brasil Ltda: Rio de Janeiro, 1971.

GIOVANNI, J.R, BONJORNO, J.R, . *Matemática 2*, 2ª série do 2º grau. Editora FTD S.A.: São Paulo, 1992.

NETTO, S. P. *Matemática 2*, 2ª série do 2º grau. Editora Scipione: São Paulo, 1984.

OLIVEIRA, M. *Matemática Viva,* 5ª à 8ª séries do 1º grau. Livraria Cultura Brasileira Editora: Belo Horizonte, 1974.

YOUSSEF, A.N., SOARES, E., FERNANDEZ, V.P. *Matemática: de Olho no Mundo do Trabalho* – 2º grau. 1ªed. Editora Scipione: São Paulo, 2006.

http://www.mat.ufrgs.br/~portosil/erlang.html

CURSO TÉCNICO EM

TELECOMUNICAÇÕES

ETAPA 1

RESPONSABILIDADE SOCIAL

Mensagem da Coordenação

Prezado aluno,

Ao iniciar um novo semestre, um mundo novo de novos conhecimentos está se abrindo para você.

É uma nova etapa, onde cada escolha que fizer fará a diferença, não só na sua vida, mas daqueles que estão próximos a você.

Faça a escolha certa.

Faça a opção por mais conhecimento, por novos e incrementados desafios que, ao serem vencidos, trarão não somente a sensação de vitória, mas a sensação de que você é o responsável pelo seu destino.

E, para iniciar esse novo semestre, essa nova etapa de sua vida, deixo você com a tradução do poema Invictus, do britânico William Ernest Henley, que inspirou ninguém menos do que o grande Nelson Mandela (ele, por si só, uma inspiração constante).

Professora Juliceli Márcia de Oliveira

Invictus

Dentro da noite que me rodeia
Negra como um poço de lado a lado
Agradeço aos deuses que existem
por minha alma indomável

Sob as garras cruéis das circunstâncias
eu não tremo e nem me desespero
Sob os duros golpes do acaso
Minha cabeça sangra, mas continua erguida

Mais além deste lugar de lágrimas e ira,
Jazem os horrores da sombra.
Mas a ameaça dos anos,
Me encontra e me encontrará, sem medo.

Não importa quão estreito o portão
Quão repleta de castigo a sentença,
Eu sou o senhor de meu destino
Eu sou o capitão de minha alma.

Sobre a disciplina

A disciplina Responsabilidade Social está presente no quadro curricular de todos os cursos técnicos da Fundação de Educação para o Trabalho de Minas Gerais, UTRAMIG.

Em alguns dos cursos ela é ministrada na 1ª etapa, em outros, na 2ª etapa.

Como um dos seus objetivos, a disciplina Responsabilidade Social busca desenvolver nos estudantes um olhar diferenciado, aquele que faz com que ele olhe outro ser humano e, verdadeiramente, o enxergue. Um olhar que faça com que ele perceba aquilo que está a sua volta e, dessa forma, seja capaz de atuar sobre realidades diferentes de forma positiva.

De acordo com OLIVEIRA (2011), “a disciplina Responsabilidade Social busca ultrapassar as fronteiras não somente da sala de aula, como da escola como um todo, ampliando e diversificando o espaço de trabalho, além de, entre outras coisas, contextualizar o conhecimento, levando em consideração todo o conhecimento prévio do estudante.”

Sobre a Apostila

Esta apostila não pretende ser um manual, rígido, que engesse o professor e o impeça de desenvolver suas aulas de acordo com a turma, o curso e as circunstâncias que possam se apresentar.

Pelo contrário, pretende ser uma inspiração, para que o professor, a partir dela, possa construir o melhor caminho para desenvolver o tão sonhado olhar diferenciado.

A apostila da disciplina Responsabilidade Social está estruturada em módulos, dessa forma, o professor poderá definir a sequência em que os mesmos serão trabalhados, sem prejuízo algum para a apreensão de conhecimentos por parte dos alunos.

Ao final de cada módulo há pelo menos um texto complementar sobre o assunto ou tema, de alguma forma, a ele relacionado, para que os alunos possam se aprofundar ou para que o professor possa utilizá-lo como base para uma atividade.

O conteúdo que aqui se apresenta é apenas uma parte de tudo que pode ser abordado na disciplina Responsabilidade Social. Cabe ao professor, junto com seus alunos, escolher entre tantos outros caminhos que deseja percorrer. As possibilidades são infinitas.

Sumário

Módulo I – Sensibilização.....100
Para refletir..... 101
Fome e Miséria 101
Trabalho Escravo 102
Trabalho Infantil..... 103
Violência 104
Violência contra a Mulher..... 106
Idosos..... 107
Meio Ambiente 108
Texto Complementar..... 109
Perguntas e respostas sobre trabalho escravo e a PEC 57A/199 (ex PEC 438/2001) 109

Módulo II – Responsabilidade Social e Conceitos Relacionados 117
Responsabilidade Social..... 117
Responsabilidade Social Empresarial 117
Stakeholders..... 118
Texto Complementar 01..... 120
Generosidade: o quarto elemento do "triple bottom line" 120
Texto Complementar 02..... 124
Relacionamento com partes interessadas 124

Módulo III – Reflexões sobre Responsabilidade Social.....127
Social X Econômico..... 128
Instituto Ethos..... 129
Federação das Indústrias de Minas Gerais – Fiemg..... 130
Dia V 130
Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada – Ipea..... 130
Texto Complementar..... 131
Responsabilidade social empresarial e sustentabilidade para a gestão empresarial 131

Módulo IV – Assistencialismo X Sustentabilidade.....134
Assistencialismo 134
Sustentabilidade 134
Texto Complementar..... 135
Artigo - O Assistencialismo e o Bolsa Família..... 135

Módulo V – 8 Objetivos de Desenvolvimento do Milênio 138
Símbolos..... 138
ODM1 – Acabar com a Fome e a Miséria..... 139
ODM 2 – Educação Básica de Qualidade para Todos..... 139
ODM 3 – Igualdade entre Sexos e Valorização da Mulher..... 140
ODM 4 – Reduzir a Mortalidade Infantil 140
ODM 5 – Melhorar a Saúde das Gestantes 141
ODM 6 – Combater a AIDS, a Malária e Outras Doenças 141

ODM 7 – Qualidade de Vida e Respeito ao Meio Ambiente..... 142
ODM 8 – Todo Mundo Trabalhando pelo Desenvolvimento..... 142
Texto Complementar..... 144
Declaração Universal dos Direitos Humanos..... 144

Módulo VI – Programa 5 S 150
Texto Complementar.....151
Brasil: sociedade do desperdício.....151

Módulo VII – Responsabilidade Social no Contexto Profissional 154
Texto Complementar..... 156
Trecho retirado do artigo Responsabilidade social e voluntariado no Brasil, de Renato Arcúrio..... 156

Fontes de Pesquisa 161

Módulo I – Sensibilização

Este módulo tem como propósito apresentar a Responsabilidade Social para os estudantes, através de estatísticas sobre temas extremamente importantes que fazem parte do nosso dia a dia.

Se estes temas não são vivenciados pelos estudantes, eles podem ser percebidos nas ruas das cidades, nos noticiários. Ou seja, de uma forma ou de outra, “esbarramos” com as situações apresentadas e, como cidadãos, temos que, no mínimo, refletir sobre as mesmas para, quem sabe, passarmos de expectadores a protagonistas na busca por soluções.

Mas as situações que aqui são apresentadas são somente o início das discussões.

A cada estatística, os estudantes podem tanto aprofundar a discussão sobre o tema quanto mudar totalmente o rumo pensado pelo professor – isto depende, sempre, da turma, do nível de conhecimento prévio sobre o assunto e, principalmente, da bagagem que os estudantes da turma trazem consigo, de suas vivências.

Não é raro que este momento se transforme em uma série de depoimentos acerca de experiências vivenciadas por eles, diretamente, muitas vezes.

Felizmente, também não é raro que estas experiências levem a “finais felizes”, recheados de detalhes que nos dizem o quanto cada um pode ser protagonista de sua história, mas também o quanto é importante que pessoas, aparentemente distantes da situação, tomem partido e deem início ao processo de mudança de vida de um indivíduo ou de um grupo.

Para refletir...

Fome e Miséria



De acordo com o Relatório dos Objetivos de Desenvolvimento do Milênio, 2011, elaborado pela ONU, pelo mundo, 1 em cada 5 trabalhadores e suas famílias estão vivendo em situação de extrema pobreza.

Vive em situação de extrema pobreza, de acordo com o Banco Mundial, aquela pessoa que tem renda mensal de até $1,25 por dia.





De acordo com o Censo 2010, o Brasil tem mais de 16 milhões de pessoas vivendo em situação de extrema pobreza.

Trabalho Escravo



De acordo com a legislação brasileira, quatro são os itens que definem o trabalho em condições análogas à escravidão:

- Trabalho forçado.
- Jornada exaustiva.
- Condição degradante.
- Restrição de locomoção.

De acordo com a Comissão Pastoral da Terra (CPT), de 1995 a 2011, foram resgatados 41,6 mil trabalhadores, em situação análoga à escravidão. Destes, a ONG Repórter Brasil estima que 28,31% eram maranhenses, o que faz desse Estado um dos principais quando se trata da origem da maioria dos trabalhadores que vivem em situação análoga à escravidão no país.

Trabalho Infantil



De acordo com a Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios 2012, PNAD, 3,5 milhões de crianças e adolescentes entre 5 e 17 anos estão sujeitas ao trabalho infantil.

Apesar dos números altos, os mesmos representam uma diminuição de 5,41% em relação aos números de 2011; ou seja, 156 mil crianças e adolescentes a menos.

Composição da População Pesquisada	
Faixa etária	**Número de pessoas (aproximado)**
5 a 9 anos	81.000
10 a 13 anos	473.000
14 a 17 anos	3.000.000

Violência



De acordo com a pesquisa Mapa da Violência 2010: Anatomia dos Homicídios no Brasil, realizada pelo Instituto Sangari, em 2007 foram mais de 47,7 mil homicídios, ou seja, uma média de 131 vítimas diariamente.

Homicídios por Faixa Etária – 2008

Faixa etária	Nº de homicídios
0 a 4 anos	164
5 a 9 anos	111
10 a 14 anos	615
15 a 19 anos	7.543
20 a 24 anos	11.053
25 a 29 anos	9.146
30 a 34 anos	6.241
35 a 39 anos	4.382
40 a 44 anos	3.266
45 a 49 anos	2.299
50 a 59 anos	2.684
60 a 69 anos	1.102
70 e mais anos	662
Dados de pesquisa 'Mapa da Violência – 2011: Os Jovens do Brasil', realizada pelo Instituto Sangari.	

Aproximadamente 63 homicídios por 100 mil jovens

Violência contra a Mulher



De acordo com a pesquisa Mapa da Violência 2012 – Caderno Complementar 1: Homicídios de Mulheres no Brasil, realizada pelo Instituto Sangari, em um período de 30 anos, de 1980 a 2010, 91 mil mulheres foram assassinadas. 43,5 mil somente na última década.

Nesse período de 30 anos, o número de mortes aumentou cerca de 217,6%, passando de 1.353 para 4.297 mortes.

Idosos



De acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, IBGE, no Brasil existiam 21 milhões de pessoas com 60 anos ou mais, em 2012.

A Organização Mundial de Saúde, OMS, estima que o Brasil será o 6º país em número de idosos, em 2025, quando deverá chegar a 32 milhões de pessoas com 60 anos ou mais.

Meio Ambiente



De acordo com o Instituto do Homem e Meio Ambiente da Amazônia, IMAZON, em novembro de 2013, foram detectados 37 km^2 de desmatamento na Amazônia Legal, representando 33% de queda em relação ao mesmo período em 2012, quando foram desmatados 55 km^2.

Apesar da diminuição no desmatamento, em novembro de 2013 foi possível monitorar somente 42% do território da Amazônia, enquanto que, em novembro de 2012, foi possível monitorar 50%.

Texto Complementar

Perguntas e respostas sobre trabalho escravo e a PEC 57A/199 (ex PEC 438/2001)

Produzido pela ***Repórter Brasil*** *a pedido da Comissão Nacional para a Erradicação do Trabalho Escravo (Conatrae).*

1) Em poucas palavras, o que é trabalho escravo?

É quando o trabalhador não consegue se desligar do patrão por fraude ou violência, quando é forçado a trabalhar contra sua vontade, quando é sujeito a condições desumanas de trabalho ou é obrigado a trabalhar tanto e por tantas horas que seu corpo não aguenta.

2) O conceito de trabalho escravo é frágil?

Não, não é. O artigo 149 do Código Penal, que prevê de dois a oito anos de cadeia para quem se utilizar dessa prática, é de 1940 e foi reformado em 2003 para ficar mais claro. Ele prevê o crime em quatro situações: cerceamento de liberdade de se desligar do serviço, servidão por dívida, condições degradantes de trabalho e jornada exaustiva.

3) Quem concorda que o conceito atual é bom?

Tribunais já utilizam, sem problemas, o conceito de trabalho escravo. A maioria dos ministros do Supremo Tribunal Federal tem aceitado processos por esse crime com base no artigo 149. A Organização Internacional do Trabalho reconhece o conceito brasileiro. A relatora para formas contemporâneas de escravidão das Nações Unidas, Gulnara Shahinian, elogia o conceito brasileiro (ao contrário do que querem fazer crer algumas declarações de parlamentares que distorceram suas palavras). O governo federal, as empresas do Pacto Nacional pela Erradicação do Trabalho Escravo (que reúne as maiores empresas do país) e organizações sociais brasileiras defendem a manutenção do atual conceito de trabalho escravo.



Trabalhador resgatado em fazenda no Pará

4) Vale a pena ceder um pouco no conceito para aprovar a PEC?

Não. Todo o sistema de combate ao trabalho escravo no país está fundamentado no atual conceito de trabalho escravo. Se ele for alterado, o sistema desmorona e milhares de trabalhadores ficarão sem receber seus direitos. Além disso, pela Constituição, o Brasil não pode retirar proteção do trabalhador – o que aconteceria com mudanças no conceito como querem alguns parlamentares.

5) "Condições degradantes de trabalho" e "jornada exaustiva" são termos imprecisos, não?

De forma alguma. O que está tutelado no artigo 149 não é apenas a liberdade, mas sim a dignidade da pessoa humana. Ou seja, é importantíssimo que se mantenha a punição para quem desrespeita a dignidade do trabalhador, sujeitando-o a condições de alojamento, alimentação, trabalho, saúde, segurança desumanas. Ou que o obrigue a trabalhar tanto e por tantas horas que o seu corpo não suporte e ele acabe morrendo. Os auditores fiscais do trabalho utilizam instruções normativas e normas regulamentadoras para cumprir seu papel. Mas a Justiça utiliza a CLT e a Constituição para julgar se o trabalho é degradante ou não e se a jornada é exaustiva ou não. Ou seja, leis mais do que consolidadas no país.

6) O atual conceito causa insegurança jurídica no campo porque ninguém sabe o que é trabalho escravo.

Isso é uma falácia. A tentativa de mudar um conceito conhecido e aplicado é que vai levar à insegurança jurídica, com milhares de processos tendo que tomar um novo rumo, trabalhadores desconhecendo seus direitos, produtores rurais na dúvida de que decisões tomar. Até porque qualquer mudança, seja no artigo 149, seja em lei específica, será questionado não apenas junto ao STF, por reduzir a proteção do trabalhador, mas também nas Nações Unidas e na OIT. O que é melhor? Um produtor reconhecer esse conceito como válido e se adequar ou uma guerra jurídica de anos, sendo que certamente o Supremo concederia liminar para que a definição do 149 seguisse valendo até uma decisão final? Os parlamentares consideram o conceito inseguro porque, na verdade, não concordam com ele.



Água utilizada por trabalhadores resgatados

7) Há produtores rurais que foram autuados por trabalho escravo devido à distância entre beliches, espessura do colchão, falta de copos para beber água, de carteira assinada e de um local adequado para refeições.

Esse é um argumento facilmente desconstruído. Quando um auditor fiscaliza um produtor, ele emite autos de infração sobre todos os problemas encontrados. Mas não é auto de infração de colchão fino que configura o trabalho escravo. Quando ouvir um produtor ou parlamentar dizer isso, pergunte sobre os outros autos de infração recebidos, sobre os quais nunca alguém quer falar. Além do mais, não é apenas um auto que caracteriza

trabalho escravo, mas um pacote deles, mostrando as péssimas condições dos trabalhadores.

8) Gostaria de alguns números sobre trabalho escravo.

- De 1995, quando o governo federal criou o sistema público de combate a esse crime, até 2012, 43.545 pessoas foram libertadas do trabalho escravo no Brasil.

- No mundo, a estimativa da OIT é que sejam, pelo menos, 21 milhões de escravos*.

- Não há estimativa confiável do número de escravos no país. Por isso, o governo não usa nenhum número.

- Na zona rural, as principais vítimas são homens, entre 18 e 44 anos. Na zona urbana, há também uma grande quantidade de sul-americanos, principalmente bolivianos. Nos bordéis, há mais mulheres e crianças nessas condições.

- Dos libertados entre 2003 e 2009, mais de 60% eram analfabetos ou tinham apenas o quarto ano incompleto. Ou seja, eram adultos que não estudaram quando crianças. Trabalho escravo também é filho do trabalho infantil.

- O Maranhão é o principal fornecedor de escravos e o Pará é o principal utilizador.

- As atividades econômicas em que trabalho escravo mais tem sido encontrado na zona rural são: pecuária bovina, desmatamento, produção de carvão para siderurgia, produção de cana-de-açúcar, de grãos, de algodão, de erva-mate, de pinus. Também há importante incidência em oficinas de costura e em canteiros de obras nas cidades.

9) Por que se usa a expressão “trabalho análogo ao de escravo”?

Porque o trabalho escravo foi formalmente abolido em 13 de maio de 1888 e o Estado passou a considerar ilegal um ser humano ser dono de outro. O que permaneceram foram situações semelhantes ao trabalho escravo, tanto do ponto de vista de cercear a liberdade quanto de suprimir a dignidade do trabalhador.



Mão de trabalhador machucada pelo trabalho e água que ele bebia

10) Em caso de aprovação da PEC 57A/1999 (que na Câmara estava sob o número 438/2001), a decisão de confisco da terra ficará na mão dos auditores fiscais do trabalho?

Não. O processo que levará ao confisco terá início após decisão judicial transitada em julgado na esfera criminal ou trabalhista. Ou seja, a operação de fiscalização será avaliada pela Justiça em primeira instância e, provavelmente, em segunda instância e por tribunais superiores. O que pode levar anos para acontecer.

11) Por que a PEC 57A/1999 (ex- 438/2001) não diz nada sobre como ocorrerá o confisco de terras?

Por isso ficar a cargo de lei que regulamentará todo o processo. Uma proposta de rascunho dessa lei foi organizada pelos parlamentares favoráveis à PEC.

12) Confiscar propriedades está previsto na Constituição?

Sim, está. A PEC inclui o trabalho escravo no artigo 243 da Constituição, que já prevê o confisco de terras com plantações de psicotrópicos. Além disso, a Constituição prevê que toda a propriedade deve ter função social. Trabalho escravo é uma das maiores negações aos direitos humanos, repudiado em todo o mundo. Portanto, quem usa trabalho escravo não está cumprindo a função social de sua propriedade.

13) A verdadeira intenção dessa lei é a reforma agrária, pois muitas terras serão confiscadas.

Não. Considerando o confisco de terras com psicotrópicos, já em vigor, de 2003 a 2007, 18 propriedades nessas condições – todas elas no Nordeste e com uma área total aproximada de 5.200 hectares – foram destinadas a assentamentos. De acordo com a Coordenação Geral de Polícia de Repressão aos Entorpecentes da Polícia Federal, apenas em 2004, 36 plantações de maconha foram destruídas em todo o país. Repare que o número de confiscos é pequeno se considerada a quantidade de plantações encontradas e destruídas devido ao rigor das decisões judiciais. Ou seja, apenas um número reduzido daqueles que forem flagrados é que devem perder efetivamente suas terras.

14) Não é justo apenas produtores rurais perderem suas propriedades. Por que a PEC não passa a valer também para o meio urbano?

E ela vale. Devido a um pedido de parlamentares ligados aos produtores rurais, o texto da PEC incorporou os imóveis urbanos em 2004.

15) O condenado por trabalho escravo irá perder todas as terras que possui por conta da lei?

Não. Apenas aquela em que trabalho escravo foi encontrado.

16) Para que criar mais uma lei para combater trabalho escravo?

As leis existentes não têm sido suficientes para resolver o problema. Mesmo com a aplicação de multas, o corte do crédito, a perda de clientes, os processos trabalhistas e criminais, usar trabalho escravo ainda é um bom negócio para muitos empresários porque barateia os custos com mão de obra. A prática tem demonstrado que uma medida drástica, que coloque em risco a perda da propriedade em que foi utilizado trabalho escravo, ajudará a coibir com eficiência esse crime.



Motosserra encontrada em propriedade flagrada com trabalho escravo usado para desmatar a área

17) O que vocês chamam de trabalho escravo é apenas a cultura da região.

A justificativa é falsa, embora seja comumente usada por alguns produtores rurais. Mesmo que a prática fosse comum em determinada região – o que não é verdade, pois é utilizada por uma minoria dos produtores rurais – jamais poderia ser tolerada. Todo e qualquer crime deve ser combatido, com maior força exatamente onde for mais usual a sua prática. O desrespeito à dignidade ou o cerceamento da liberdade não podem ser encarados como manifestação cultural de um povo, mas sim como a imposição histórica da vontade dos mais poderosos. Além do mais, essa suposta "cultura da região" é compartilhada apenas por aqueles que concordam com o trabalho escravo, uma vez que a população mais pobre, vítima da escravidão, tem lutado desde a década de 70 para que seus direitos sejam efetivados.

18) A fiscalização abusa do poder e é guiada por um viés ideológico. A Polícia Federal entra armada nas fazendas.

As equipes móveis de fiscalização (compostas por auditores do Ministério do Trabalho e Emprego, procuradores do Ministério Público do Trabalho, policiais federais ou policiais rodoviário federais) devem ir prevenidas às ações de fiscalização uma vez que muitos seguranças, gatos, prepostos, gerentes e vaqueiros das fazendas andam armados para intimidar trabalhadores. De revólveres a rifles, o arsenal de algumas fazendas não é pequeno. Muitas vezes as equipes de fiscalização têm suas vidas ameaçadas, tendo sido

recebidas a bala. Além disso, cabe também à Polícia Federal abrir inquéritos e, se necessário, prender os culpados quando confirmado o flagrante do crime.

19) A culpa não é do fazendeiro e sim de gatos, gerentes e prepostos. O empresário não sabe dos fatos que ocorrem dentro de sua fazenda e por isso não pode ser responsabilizado.

O empresário é o responsável legal por todas as relações trabalhistas de seu negócio. A Constituição Federal de 1988 condiciona a propriedade ao cumprimento de sua função social, sendo de obrigação de seu proprietário tudo o que ocorrer nos domínios da fazenda. Por isso, o fazendeiro tem o dever de acompanhar com frequência a ação dos funcionários que a administram para verificar se eles estão descumprindo alguma norma da legislação trabalhista, além de orientá-los no sentido de contratar trabalhadores de acordo com as normas estabelecidas pela CLT.

Para mais informações sobre a PEC do Trabalho Escravo, acesse trabalhoescravo.org.br. Fotos: Leonardo Sakamoto, no banco de imagens do Especial PEC do Trabalho Escravo. ***Reprodução autorizada desde que citada a fonte.***
** Dados atualizados em maio de 2013.*

Módulo II – Responsabilidade Social e Conceitos Relacionados

Responsabilidade Social

De acordo com o Instituto de Tecnologia Social, ITS Brasil, Responsabilidade Social é “o reconhecimento presente nos cidadãos, individualmente e em conjunto, dos seus deveres para com a comunidade em que vivem e a sociedade em geral.”

A Responsabilidade Social, na realidade, não é dissociada das nossas ações do dia a dia, já que a mesma está relacionada com as atitudes que tomamos diante das necessidades e desafios que se apresentam.

Quando pensamos em Responsabilidade Social, pensamos em como nossas atitudes irão impactar não somente nossas vidas, mas a vida de outras pessoas.

Responsabilidade Social Empresarial

O Instituto Ethos diz que a Responsabilidade Social Empresarial é uma “forma de gestão que se define pela relação ética e transparente da empresa com todos os públicos com os quais ela se relaciona e pelo estabelecimento de metas empresariais compatíveis com o desenvolvimento sustentável da sociedade, preservando recursos ambientais e culturais para gerações futuras, respeitando a diversidade e promovendo a redução das desigualdades sociais”.

Vejamos esse conceito por partes:

a) **“Relação ética e transparente da empresa com todos os públicos com os quais ela se relaciona”** – não é possível que uma empresa se estabeleça em uma comunidade e não se importe com o que aconteça com a mesma. É preciso que a empresa seja ética e transparente, com relação a suas atividades e aos impactos que as mesmas causarão, sejam estes sociais e/ou ambientais.

   E, não menos importante: a Responsabilidade Social é um movimento de dentro para fora, portanto, a empresa deve se pautar pela ética, transparência e respeito também no relacionamento com seus colaboradores.

b) **“Estabelecimento de metas empresariais compatíveis com o desenvolvimento sustentável da sociedade”** – não é mais possível que uma empresa não se preocupe com a sustentabilidade ambiental e social. A empresa deve elaborar seu planejamento de maneira que, se não for possível implantar uma atividade não poluidora, ou que mude a rotina cultural de uma determinada localidade, pelo menos que ela amenize ao máximo os impactos negativos que a sua atividade impõe.

Reforçando: Responsabilidade Social está relacionada ao desenvolvimento sustentável. A atitude de uma empresa deve ser de responsabilidade com o meio ambiente e com a sociedade – isso, com certeza, garantirá recursos para o futuro e também fortalecerá a imagem da empresa, junto à comunidade.

c) **"Respeitando a diversidade e promovendo a redução das desigualdades sociais"** – promover ações inclusivas, que diminuam preconceitos e deem voz para aqueles que se sentem, de alguma maneira, desrespeitados em seus direitos também faz parte da Responsabilidade Social.

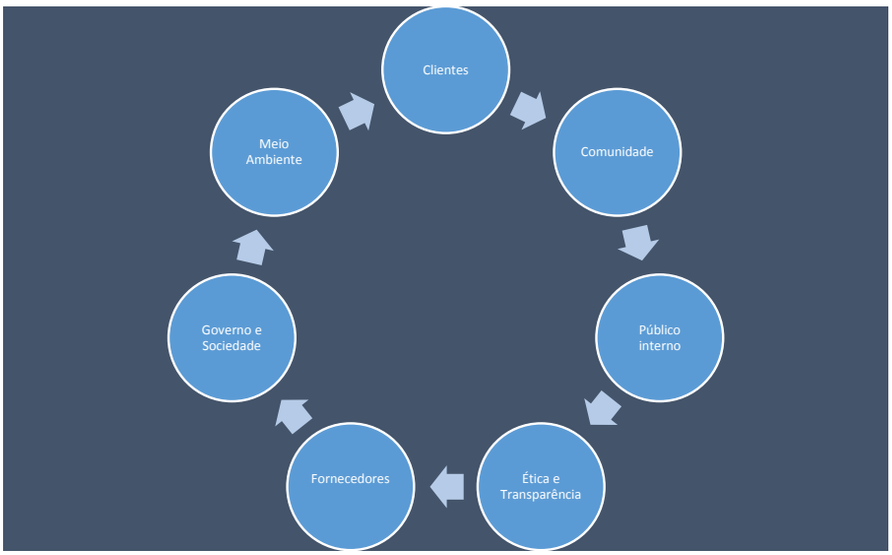
A Responsabilidade Social deve ser associada a uma visão de negócios que contemple aspectos que extrapolam a mera relação comercial/financeira das empresas.

Responsabilidade Social não se restringe ao relacionamento com públicos determinados (consumidores, por exemplo), mas engloba a comunicação e a interação com todos os públicos de interesse e a própria sociedade, de modo que ela deve ser vista num sentido global.

Stakeholders

Stakeholder ou, em português, parte interessada refere-se a todos os envolvidos em um processo. Por exemplo: clientes, colaboradores, investidores, fornecedores, comunidade, governo etc. O processo em questão pode ser de caráter temporário (como um projeto) ou duradouro (como o próprio negócio da empresa ou a missão de uma organização sem fins lucrativos).

O envolvimento de todos os interessados não maximiza obrigatoriamente o resultado do processo, mas permite achar um equílibrio de forças para minimizar riscos e impactos negativos na execução deste.



A Responsabilidade Social prevê:

A construção de um caminho pautado no tripé **social, econômico** e **ambiental**, o chamado Triple Bottom Line;

Conduzido por um relacionamento coerente e sustentado com os diversos *stakeholders*.

Texto Complementar 01

Generosidade: o quarto elemento do "triple bottom line"

Isso é o que diferencia uma empresa que adota critérios de sustentabilidade no modelo de gestão das que dizem que o fazem, mas deslizam na superficialidade.
Por Rogério Ruschel*

Já não restam dúvidas científicas de que o desenvolvimento sustentável é o único modelo capaz de evitar a degradação em velocidade geométrica das condições de vida e, finalmente, a inevitável extinção de várias espécies de flora e fauna do planeta, entre as quais provavelmente a do *Homo Sapiens* – isto é, eu, você e nossos descendentes. Desconfie daqueles que se ocultam atrás de frases como "a ciência mesmo tem dúvidas sobre…". Eles procuram apenas um escudo para esconder sua inércia, preguiça ou covardia.

Sabemos que, para buscar a sustentabilidade, uma pessoa ou organização deve adotar como padrão de comportamento ou gestão ser ambientalmente correta, socialmente justa e economicamente viável – o chamado *triple bottom line*, conceito formulado pelo britânico John Elkington. Sabemos também que a busca pela sustentabilidade é uma caminhada que deve ser trilhada com início urgente, imediato, mas final inexistente.

Então, o que faz uma pessoa, um cidadão, mobilizar-se pelo assunto ou uma empresa adotar a sustentabilidade no universo corporativo? Não sou um pensador estrangeiro, desses que todos ficam achando mais inteligentes do que os brasileiros, mas entendo que fundamentalmente a diferença está numa qualidade humana chamada **generosidade** – e que a generosidade é o quarto elemento do *triple bottom line*.

Generosidade é a qualidade do que é generoso, pródigo, do que perdoa facilmente, nobre, leal; a virtude de quem acrescenta algo ao próximo. Generosas são tanto as pessoas que sentem prazer em dividir algo com mais indivíduos, porque isso lhes fará bem (em um contexto egocêntrico), quanto aquelas pessoas que dividirão bens tangíveis ou intangíveis com outros, sem a necessidade de receber algo em troca. É o contrário da **ganância**. E isto se aplica quase que literalmente para organizações, porque empresas não pensam: por trás delas sempre estão gestores humanos.

No livro *Princípios de Filosofia*, René Descartes apresenta a generosidade como “uma despertadora do real valor do Eu” e, ao mesmo tempo, uma mediadora para que “a vontade se disponha a aceitar o concurso do entendimento”. É filosófico, sim, mas é simples: a generosidade é uma qualidade de quem coloca os interesses de terceiros no mesmo plano dos seus interesses pessoais, para resolver um problema ou dilema que atinge a todos, que busca o entendimento. Não é exatamente disso que uma sociedade sustentável necessita?

No campo do direito, isso se chama “interesses difusos” e, como sabemos, os interesses difusos – aqueles próprios do conjunto da sociedade – são constitucionalmente inalienáveis. Resumindo, a generosidade deveria ser um dos fundamentos da sociedade brasileira, até mesmo pelo que está escrito em nossa Constituição: é um bem inalienável. E a ganância, o oposto da generosidade, deveria ser execrada, porque ofende direitos constitucionais coletivos.

No mundo corporativo, a generosidade pode ser traduzida como uma forma de altruísmo – e aqui está a razão por que muitas empresas falam, mas poucas realmente adotam a sustentabilidade no processo de gestão: altruísmo não combina com capitalismo selvagem, com a famosa “lei de Gérson”, aquela de que se deve levar vantagem em tudo.

No mundo corporativo, generosidade significa uma empresa ser menos gananciosa, tomar a decisão de reduzir um pouquinho a margem de lucro ou aumentar em alguns meses o prazo de retorno de um investimento para ser ambientalmente correta e socialmente justa – sem deixar de ser economicamente viável. Significa ter a coragem de contrariar práticas de gestão, regras de mercado, de *design* de produtos e de formas de concorrência estabelecidas por força de um modelo de crescimento a qualquer custo, que já se demonstrou completamente inviável do ponto de vista de recursos naturais e de felicidade humana.

A generosidade é o que diferencia uma empresa que adota critérios de sustentabilidade no modelo de gestão daquelas que dizem que o fazem, mas deslizam na superficialidade ou praticam o *greenwashing*.

Generosidade corporativa significa também compartilhar gratuitamente seu aprendizado, seu conhecimento, suas patentes, sua força e seus recursos em nome de interesses que ultrapassam os limites da empresa. O jornalista Dal Marcondes, da Envolverde, costuma dizer que filantropia é dar um peixe a quem tem fome, enquanto responsabilidade social é ensinar a pescar e sustentabilidade é preservar o rio. Pois, no contexto da generosidade corporativa, este compartilhamento é liberar a nascente do rio, caso ela esteja no seu terreno, e compreender a importância do fluxo e entorno até a foz. E, além disso, é perceber o que de fato importa, em termos coletivos, para que possam continuar existindo peixes.

Generosidade corporativa é perceber o problema de emissões de gases do efeito estufa não apenas como um volume de particulados em suas chaminés, mas como um assunto de interesse coletivo – e ir além de metas de redução. Generosidade corporativa é compreender que não basta fazer o seu papel; é preciso mobilizar seus parceiros de negócios e fornecedores e, para isso, poderá ser necessário ceder em aspectos antes inegociáveis.

Mas a generosidade corporativa também oferece vantagens e oportunidades de negócios. Alguns exemplos, já clássicos:

- Em Bangladesh, a Danone francesa se associou a cooperativas de trabalhadores e ao Grameen Bank para implantar 50 fábricas de iogurte de baixo custo. Com isso, os funcionários passaram a ser sócios e consumidores ao mesmo tempo e se consegue atender crianças subnutridas com redução de custos fixos de produção. Marketing? Sim, e inteligente, porque o modelo só funciona se houver redução da margem de lucro – uma opção generosa para conquistar mercado;

- No começo dos anos 2000, a Sadia investiu na construção de dezenas de biodigestores nas propriedades de pequenos produtores de suínos. E por que ela fez isso, se não está no ramo de produção de energia? Porque, com esta iniciativa, passou a evitar dezenas (talvez centenas) de multas ambientais pela contaminação do solo com os resíduos da criação, reduziu os custos dos produtores, que passaram a gerar sua própria energia elétrica, agregou valor à atividade para fixar os filhos dos produtores no campo, perpetuando o fornecimento de matéria-prima, e ainda gerou créditos de carbono! Puro negócio? Sim, mas a generosidade está em investir “dinheiro bom” numa ideia coletiva, com prazo longo de recuperação;

- Evoluindo aos poucos durante os anos 1990, a Interfaceflor, empresa norte-americana fabricante de tapetes, já está desenvolvendo produtos com 100% de fibras recicladas a partir dos tapetes velhos de seus clientes. Ao fazer isso, percebeu uma ótima oportunidade. Como tapete é artigo de decoração e sai de moda, a empresa mudou o modelo de negócio: está propondo que seus clientes não comprem seus tapetes. Como num processo de “leasing” de automóveis, as famílias podem ficar com o produto ou trocar por outro, ao fim do pagamento. Em 12 anos, o lucro da empresa cresceu 82%, num mercado que diminuiu 30% no mesmo período. Coragem para mudar exige generosidade

Na linha do tempo da história, a generosidade é um dos traços da personalidade de pessoas que trouxeram benefícios universais para a humanidade, como Mahatma Gandhi, Buda, Jesus Cristo, Nelson Mandela, Martin Luther King, Wangari Maathai, Muhammad Yunus, Madre Teresa de Calcutá e outros, mas também aparece em pequenos gestos de pessoas comuns em nosso dia a dia, os quais merecem ser elogiados e replicados.

Se lhe parece complicado entender a importância da generosidade como parte da essência da sustentabilidade, basta pensar no seu oposto, a ganância – que é a base de quase tudo de errado em nossa sociedade. Aí com certeza você vai concordar comigo que a generosidade realmente vai ser reconhecida um dia como o necessário quarto elemento do *triple (quadruple) bottom line*.

** O jornalista **Rogério R. Ruschel** é consultor em sustentabilidade e diretor da **Ruschel & Associados**.*

Artigo publicado originalmente no **Portal Envolverde**, em março de 2010.

Texto Complementar 02

Relacionamento com partes interessadas

Pesquisa realizada pelo Uniethos em 2012 mostra que o relacionamento com stakeholders *é um processo intrínseco ao planejamento e à inovação.*
Por Regi Magalhães*

O debate sobre a finalidade das empresas oscilou desde a década de 1950 entre o chamado "capitalismo de *stakeholders*" e o "*shareholder capitalism*" ("capitalismo do acionista"). Um dos marcos do início desse debate foi em 1951, quando Frank W. Abrams, então presidente do conselho da Standard Oil of New Jersey, declarou: "O papel da administração é manter o equilíbrio equânime e funcional entre reivindicações de distintos grupos de interesse diretamente afetados [...], acionistas, funcionários, clientes e o público em geral".

O paradigma do "capitalismo do acionista" foi dominante na gestão empresarial durante toda a segunda metade do século XX, pelo menos no contexto das companhias americanas e britânicas. Mesmo assim, grandes empresas em muitos países são orientadas por interesses de *stakeholders*. Na Alemanha, por exemplo, a **Lei de Cogestão (*Mitbestimmung*)** determina que os conselhos de supervisão de grandes empresas sejam formados em igual número por representantes de acionistas e de trabalhadores. A legislação da França também exige que representantes de trabalhadores ocupem posição nos conselhos das empresas. Empresas japonesas também se orientam por interesses de outros *stakeholders*, além dos acionistas. Hiroshi Okuda, presidente do conselho da Toyota Motor Corporation, afirmou que seria irresponsável administrar as empresas japonesas prioritariamente sob o interesse dos acionistas.

Ainda que a gestão orientada para *stakeholders* esteja presente em importantes economias, o planejamento das empresas tem predominantemente como foco os resultados para os acionistas. Nos últimos anos, porém, dois movimentos distintos vêm provocando mudanças de maneira mais desafiadora.

O primeiro movimento é o conjunto de pressões de organizações sociais sobre empresas nas cadeias de produção de madeira, agricultura, confecções, mineração, petróleo, eletrônicos e pescados com relação aos impactos sobre florestas, biodiversidade, condições de trabalho, comunidades ou populações indígenas. Em vários casos essas campanhas provocaram significativos danos à reputação das empresas, dificultando, por exemplo, acesso a financiamentos, investimentos e mercados. Esse novo contexto faz com que as empresas entrem num círculo vicioso, no qual, como disseram Michael Porter e Mark Kramer no artigo ***Criação de Valor Compartilhado***, a perda de legitimidade provoca a redução da competitividade das empresas, a qual, por sua vez, limita ainda mais a capacidade de gerar valor para a sociedade.

A mais importante reação de um número expressivo de empresas tem sido a criação de padrões socioambientais de produção e de gestão de cadeias de valor que são construídos em processos de diálogo com organizações da sociedade civil e governos, as chamadas "iniciativas *multistakeholders*".

O segundo movimento que coloca em cheque o "*shareholder capitalism*" é a percepção de um número crescente de líderes empresariais e investidores de que o foco no resultado para o acionista tem levado a uma acentuada visão de curto prazo. Na medida em que as estratégias empresariais se orientam quase que exclusivamente pelos balanços trimestrais, uma pesquisa realizada pelo J.P. Morgan, em 2012, mostra que o horizonte temporal de 55% dos executivos é de um trimestre ou menos. Por outro lado, segundo a McKinsey, o tempo necessário para investir em novos negócios é, em média, de cinco a sete anos. O *short-termismo* ameaça investimentos de longo prazo, como em pesquisa e inovação, por exemplo, ou coloca em risco empresas cujos negócios são afetados por mudanças de longo prazo, como o aquecimento global. A maior ironia da ênfase nos resultados para os acionistas é que o resultado no longo prazo é o enriquecimento dos executivos, mais do que os ganhos para os próprios acionistas.

Críticas desse tipo fizeram com que líderes empresariais começassem a defender o movimento iniciado pelo CEO da Unilever, Paul Polman, de não mais publicar relatórios trimestrais e desenvolver incentivos para estratégias e ações de longo prazo. Empresas bem-sucedidas a longo prazo são aquelas, como mostrou Rosabeth Moss Kanter, que agem como instituições sociais, constroem relacionamentos duradouros e criam valor para a sociedade, ou seja, são empresas cujas estratégias de negócios dependem do envolvimento estratégico de *stakeholders*.

As empresas brasileiras estão preparadas para essas mudanças? Uma pesquisa realizada pelo Uniethos em 2012, com 250 empresas que possuem estratégias de sustentabilidade integradas aos seus negócios, mostra que o relacionamento com *stakeholders* é um processo intrínseco ao planejamento e à inovação. Mais de 60% dessas empresas mantêm parcerias com organizações da sociedade civil e 50% afirmam ter relações contínuas com *stakeholders*, mas apenas 25% organizam processos de consultas sobre as estratégias de negócios e uma pequena parcela de 10% das empresas que possuem estratégias de sustentabilidade conta com *stakeholders* externos em seus sistemas de governança.

A principal conclusão da pesquisa é que ampliar a capacidade de construir relacionamentos efetivos, contínuos, duradouros e estratégicos com *stakeholders* é o primeiro dos grandes desafios. Ampliar os relacionamentos com os poderes públicos, com organizações da sociedade, com comunidades ou mesmo com fornecedores depende de clareza de objetivos e,

especialmente, de habilidades sociais que parecem ainda não estar consolidadas na maioria das empresas.

O desenvolvimento de negócios orientados por perspectivas de longo prazo e pela sustentabilidade depende de um alinhamento das empresas com as expectativas e interesses dos *stakeholders*. Estratégias bem-sucedidas de relacionamento com *stakeholders* são aquelas que integram alguns elementos-chaves, tais como:

- Os processos de relacionamento com *stakeholders* devem fazer parte dos sistemas de governança das empresas;
- Os relacionamentos com *stakeholders* devem fazer parte dos processos de planejamento estratégico das empresas;
- Os planos de comunicação e de marketing das empresas devem ser integrados e coerentes com as estratégias de relacionamento com *stakeholders*;
- Os líderes das empresas devem ser os principais responsáveis pelo relacionamento com *stakeholders*;
- O planejamento das estratégias de relacionamento deve estar integrado com as estratégias de negócios das empresas e coerentes com a abrangência geográfica (local e internacional), com os diferentes setores e unidades de negócios;
- Os processos de relacionamento devem ser contínuos e de longo prazo, antecipando dilemas e desafios para os negócios e para a sociedade.

* ***Regi Magalhães*** *é gerente executivo do Uniethos.*

Este texto faz parte de uma série de artigos de especialistas promovida pela área de Gestão Sustentável, do Instituto Ethos, cujo objetivo é subsidiar e estimular as boas práticas de gestão.

Módulo III – Reflexões sobre Responsabilidade Social

Este módulo procura ampliar as reflexões sobre Responsabilidade Social, demonstrando que o tema já deve ser percebido de maneira mais ampla, relacionando-o inclusive a questões econômicas.

A relação Social X Econômico é percebida até mesmo quando refletimos sobre a postura das empresas no que diz respeito a questões sociais, a seu protagonismo na busca por soluções para problemas diversos que vão além do seu dia a dia.

Social X Econômico

O momento atual nos leva à reflexões sobre o quanto as questões sociais podem, e interferem, no dia a dia de cada um de nós e das empresas inclusive.

Perceber que não mais podemos ignorar que o modo como as pessoas vivem, a qualidade da vida que têm fazem parte do conjunto de circunstâncias que atuam diretamente no modo, por exemplo, como o país está se desenvolvendo é imperativo, para que se possa promover ações para, pelo menos, amenizar situações de risco social.

Uma empresa que está bem do ponto de vista econômico, porém que não sabe transformar seu lucro financeiro em benefícios sociais não pode se vangloriar de seus resultados.

Estar bem quando tudo ao redor desmorona não é, definitivamente, estar bem.

No texto Gestão Social e Transformação da Realidade (publicado em 1999 e revisado em 2013), Dowbor faz algumas afirmações que nos levam a refletir sobre a relação entre social e econômico.

Entre elas, podemos destacar:

- “Está se tornando evidente, já não numa visão de crítica sistemática anticapitalista, mas de bom senso econômico e social, que um sistema que sabe produzir, mas não sabe distribuir, simplesmente não é suficiente. Sobretudo se, ainda por cima, joga milhões no desemprego, dilapida o meio ambiente e remunera mais os especuladores do que os produtores.”

- “Relatórios sobre o Desenvolvimento Humano, das Nações Unidas, qualificam de obscenas as fortunas de pouco mais de quatrocentas pessoas no mundo, que dispõem de mais riqueza pessoal do que a metade mais pobre da humanidade. Esta concentração de renda é considerada tão vergonhosa como a escravidão e o colonialismo, sem lugar numa sociedade civilizada.”

- “A transformação é profunda. No decorrer de meio século, passamos de uma visão filantrópica, de generosidade assistencial, de caridade, de um tipo de bálsamo tranquilizador para as consciências capitalistas, para a compreensão de que a área social se tornou essencial para as próprias atividades econômicas.”

- “Esta mudança profunda de enfoque foi positiva. As áreas empresariais, com suporte de numerosos estudos do Banco Mundial, passaram a entender que não se trata de simples cosmética social, mas das condições indispensáveis para a própria produtividade empresarial. É a visão que leva, em numerosos países, a que as próprias empresas deem forte sustento político ao ensino público universal, a sistemas de saúde abrangentes e eficientes e assim por diante.”

No Brasil, temos o Instituto Ethos, como suporte para aquelas empresas que desejam mudar de postura e desenvolver uma forma de gestão mais ética, que esteja mais de acordo com o momento atual. Um momento que demanda ética, enfoque no coletivo, pensamento não somente no lucro, mas no que de bom pode advir do mesmo.

Instituto Ethos

- O Instituto Ethos de Empresas e Responsabilidade Social é uma Organização da Sociedade Civil de Interesse Público, OSCIP, criada com a missão de mobilizar, sensibilizar e ajudar as empresas a gerir seus negócios de forma socialmente responsável, tornando-as parceiras na construção de uma sociedade sustentável e justa.

- Seus 1508 (dados de 10/03/2013) associados – empresas de diferentes setores e portes – têm faturamento anual correspondente a cerca de 35% do PIB brasileiro e empregam cerca de 2 milhões de pessoas, tendo como característica principal o interesse em estabelecer padrões éticos de relacionamento com funcionários, clientes, fornecedores, comunidade, acionistas, poder público e com o meio ambiente.

Porte	Total	%
Micro Empresa	**287**	**19,03**
Pequena Empresa	**424**	**28,12**
Média Empresa	**270**	**17,90**
Grande Empresa	**468**	**31,03**

Fonte: www.ethos.org.br

Federação das Indústrias de Minas Gerais – Fiemg

- "Empresas e Responsabilidade Social: um estudo sobre as ações sociais realizadas pelo setor privado em Minas Gerais" (novembro de 2000).
- 3.590 empresas filiadas:
  - 2.800 realizavam ações em parceria.
  - Investimento Social: R$165.500.000,00.
  - 467 não atuavam, mas gostariam.

Dia V

- Promovido pela FIEMG, desde 2001:
  - **Primeira edição**: mais de 11 mil voluntários, em 44 cidades.
  - **Em 2011**: 60 mil voluntários, desenvolveram 3.740 ações, em 152 cidades.

Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada – IPEA

- Pesquisa "Ação Social das Empresas" – 2006
  - Participação empresarial na área social: 69%.
  - Aproximadamente 600 mil empresas atuando voluntariamente.
  - Em 2004, foram cerca de R$ 4,7 bilhões aplicados.

  - A solidariedade mineira:
    - 81% das empresas mineiras declararam ter realizado algum tipo de ação social para a comunidade.
    - Dados comparativos:
      - RJ: 59%
      - SP: 67%

Texto Complementar

Responsabilidade social empresarial e sustentabilidade para a gestão empresarial

O artigo mostra como as retóricas e controvérsias em torno desses conceitos são uma cortina de fumaça para a gestão das organizações.

Por Fernanda Gabriela Borger*

Nos últimos anos, as questões ambientais invadiram os negócios e mostraram a capacidade de se criar valor para clientes, acionistas e outras partes interessadas. As forças da globalização levaram empresas a incorporar a dimensão socioambiental na gestão.

Hoje, as empresas querem associar suas marcas a projetos, iniciativas e parcerias com ONGs, divulgam as Metas do Milênio, os Princípios Pacto Global, ostentam as ISOs, apresentam relatórios. Por outro lado, os gestores recebem uma avalanche de informações, banalizando as práticas e as políticas de responsabilidade social e os processos de gestão. Parece que as preocupações estão mais direcionadas a **mostrar** que somos "**socialmente responsáveis**" e "**sustentáveis**" do que integrar a dimensão socioambiental nos negócios. E ainda se supõe que "sustentável" se refere aos aspectos ambientais e "responsabilidade social" aos aspectos sociais, e que sustentabilidade é um novo modelo de negócios, mais "moderno" do que responsabilidade social. Existe uma confusão sobre a definição de sustentabilidade. Peter Senge[1] afirma que evita usar a palavra "sustentabilidade", ou a utiliza o menos possível, porque é um termo tão genérico que as pessoas percebem como um "**ideal a ser atingido**", é interpretado como "**ser menos mau**" e envolve retóricas e controvérsias que não criam um ambiente propício para a inovação e a busca de soluções.

Quais as razões para a confusão? O propósito deste artigo é mostrar a origem dos conceitos de sustentabilidade e responsabilidade social empresarial (RSE) e como as retóricas e controvérsias são uma cortina de fumaça para a gestão das organizações.

A ideia de sustentabilidade, ou desenvolvimento sustentável, começou em grande parte com a preocupação ambiental, que acabou por envolver as dimensões econômica e social e, a partir dos anos 1990, passou a incluir a responsabilidade social empresarial.

A evolução do conceito de responsabilidade social é diferente. Sua origem está nas questões éticas que envolvem a relação entre empresas e sociedade e na filantropia empresarial.

O conceito teórico de responsabilidade social originou-se na década de 1950, quando a literatura formal sobre responsabilidade social corporativa aparece nos Estados Unidos e na Europa. A preocupação dos pesquisadores daquela

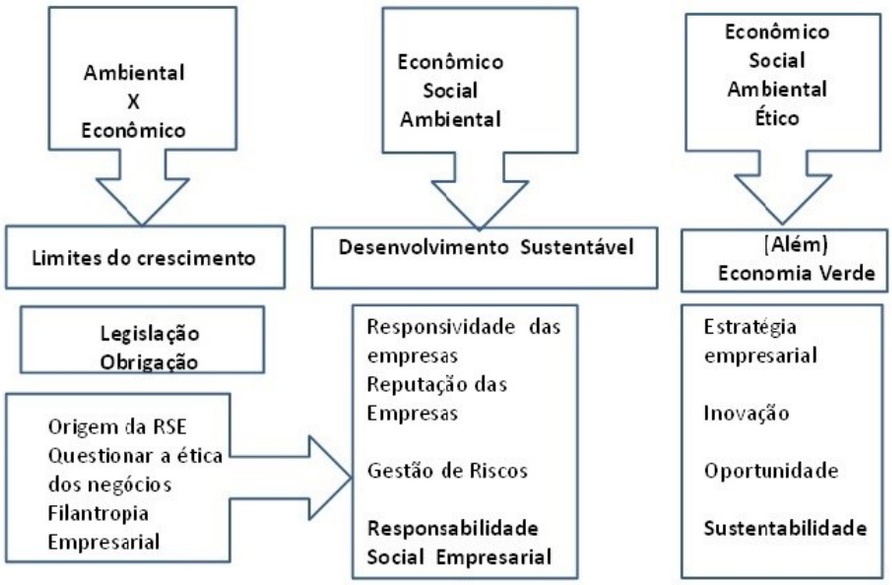
década era com a excessiva autonomia dos negócios e o poder destes na sociedade, sem a devida responsabilidade pelas consequências negativas de suas atividades, como a degradação ambiental, a exploração do trabalho, o abuso econômico e a concorrência desleal. Para compensar os impactos negativos da atuação das empresas, empresários se envolveram em atividades sociais para beneficiar a comunidade, fora do âmbito dos negócios das empresas, como uma obrigação moral.

A filantropia empresarial surgiu como um novo campo de atuação que vem conquistando crescente visibilidade no Brasil, vindo compartilhar e disputar espaços com outras formas de ações privadas em benefício público[2]. No entanto, a expressão "filantropia empresarial" está associada a referências históricas como caridade, paternalismo e assistencialismo, que têm uma conotação negativa, porque não trouxeram transformações sociais e econômicas efetivas para o desenvolvimento das comunidades. Hoje, quando se pensa em filantropia empresarial nota-se consenso sobre a exigência de que esse investimento ocorra como uma política da empresa, e não somente como um compromisso pessoal do empresário. Assim, buscaram termos alternativos para designar as ações próprias a esse campo, como investimento social, ação social empresarial, participação social ou comunitária da empresa ou desenvolvimento social[2].

Uma das grandes questões que são levantadas em relação aos temas sociais e ambientais é se estes afetam a competitividade das empresas. Segundo a visão clássica da empresa, incorporar as questões sociais e ambientais além da obrigação legal eleva os custos e reduz o lucro das empresas. O debate sobre o conteúdo e extensão da responsabilidade social nos negócios foi intenso, no sentido de contrapor o desempenho econômico ao social e ambiental. O papel das empresas incluiria lucros, mas, em vez da maximização do lucro de curto prazo, os negócios deveriam buscar lucros de longo prazo, obedecer às leis e regulamentações, considerar o impacto não mercadológico de suas decisões e procurar maneiras de melhorar a sociedade por uma atuação orientada para a responsabilidade e sustentabilidade dos negócios[2].

O conceito de desenvolvimento sustentável está hoje totalmente integrado ao conceito de responsabilidade social: não haverá crescimento econômico em longo prazo sem progresso social e também sem cuidado ambiental. Todos os lados devem ser vistos e tratados com pesos iguais. Mesmo porque estes são aspectos inter-relacionados. Da mesma forma que o crescimento econômico não se sustenta sem uma equivalência social e ambiental, programas sociais ou ambientais corporativos não se sustentarão se não houver o equilíbrio econômico da empresa.

A figura a seguir apresenta a evolução de conceitos de RSE e sustentabilidade



Elaborado por Borger (2013)

O modelo da sustentabilidade é uma nova forma de fazer negócios, que tem como pressuposto o novo papel da empresa na sociedade. Sustentabilidade e responsabilidade social trazem para o modelo de negócios a perspectiva de longo prazo, a inclusão sistemática da visão e das demandas das partes interessadas, e a transição para um modelo em que os princípios, a ética e a transparência precedem a implementação de processos, produtos e serviços.

** Pesquisadora e consultora da FIPE,* ***Fernanda Gabriela Borger*** *é professora da FIA e do Programa de Educação Continuada GVPEC.*

Notas

[1] SENGE, Peter. "The Sustainable Supply Chain an Interview with Peter Senge", por Steven Prokesch. *Harvard Business Review*, outubro de 2010.

[2] BORGER, Fernanda Gabriela. *Responsabilidade Social: Efeitos da Atuação Social na Dinâmica Empresarial* (tese de doutorado), Departamento de Administração. São Paulo: USP, 2001.

Este texto faz parte de uma série de artigos de especialistas promovida pela área de Gestão Sustentável do Instituto Ethos, cujo objetivo é subsidiar e estimular as boas práticas de gestão.

Módulo IV – Assistencialismo X Sustentabilidade

Assistencialismo

O assistencialismo tem, ao longo do tempo, para alguns, se tornado uma espécie de “monstro”, quando se fala em resolver problemas relacionados a questões sociais. É como se, a grosso modo, não fazer nada fosse melhor do que fazer algo pontualmente.

Infelizmente, em um país com tantas desigualdades (essa afirmação serve também para o mundo), ainda são necessárias ações pontuais, como a distribuição de cestas básicas, de sopões para moradores de rua, campanhas de agasalhos no inverno e tantas outras.

Sustentabilidade

Quando se fala em sustentabilidade, automaticamente a relacionamos a questões ambientais.

O fato é que sustentabilidade está também relacionada a questões sociais.

De acordo com o Relatório de Desenvolvimento Humano 2011, do Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento, PNUD, a sustentabilidade está relacionada aos princípios básicos de igualdade, entre eles justiça social e maior acesso a uma melhor qualidade de vida.

Para que se possa atender a esses princípios são necessárias ações que não sejam somente pontuais. Pelo contrário, tais ações demandam empenho por parte dos envolvidos, sejam empresas, organizações sociais, pessoas físicas.

Para mudarmos a realidade é necessária, muitas vezes, a união do assistencialismo com a sustentabilidade.

Não é raro que se consiga a participação de crianças moradoras de área de risco social em um projeto que envolve educação, cultura, ou mesmo esporte, somente porque as refeições diárias fazem parte do dia a dia do projeto; ou mesmo porque cestas básicas são distribuídas mensalmente.

Isso não tira o mérito do projeto, simplesmente explica como, muitas vezes, o chamado assistencialismo é necessário.

Com certeza, um projeto interessante, criado a partir de necessidades reais vai atrair a atenção dessas crianças, para que lá permaneçam e possam se desenvolver como cidadãos, mas, em um primeiro momento, é preciso se pensar: quem tem fome aprende? Quem tem fome consegue praticar esporte?

Essa é uma reflexão que pode, e deve ser feita.

Texto Complementar

Artigo - O Assistencialismo e o Bolsa Família

* Fabio Veras Soares

O programa Bolsa Família tem recebido críticas à esquerda e à direita. A principal acusação é que ele seria um programa assistencialista. Na verdade o programa Bolsa Família como qualquer programa focalizado nos mais pobres é um programa de assistência social. No dicionário Aurélio o termo "assistência social" é definido como "serviço gratuito, de natureza diversa, prestado aos membros da comunidade social, atendendo as necessidades daqueles que não dispõem de recursos suficientes". Assistencialismo, que por sinal não consta no dicionário, é na verdade uma deformação na prestação da "assistência social", envolvendo troca de favores e critérios pouco claros na forma de seleção dos beneficiários. Portanto, um programa assistencialista é um programa de "assistência social" utilizado como mecanismo de troca de favores. Como a crítica ao Bolsa Família não se baseia apenas em numa crítica à forma de gestão, mas sim à própria natureza do programa, pode-se concluir que o que se questiona é a "oportunidade" de se ter um esse tipo de programa no Brasil. Nessa(s) visão(ões) crítica(s) o programa seria ruim por: 1) acomodar o pobre que não buscaria mais trabalho e ascender socialmente e 2) desperdiçar dinheiro público com assistência quando o que importa é gerar emprego e renda, única maneira de tirar a população da pobreza. Dar dinheiro aos mais pobres é uma idéia tão ruim assim?

O que se esquece é que o Estado - desde sua origem - tributa e redistribui renda entre os diversos segmentos da sociedade. Ou seja, além de prover bens públicos, a função do Estado é tirar de e dar renda a diferentes segmentos da sociedade. Se essa redistribuição vai ajudar os mais pobres, ou os mais ricos, ou vai ser neutra é uma questão que depende de fatores políticos, sociais e econômicos de um determinado período histórico. Na Colônia e no Império medidas redistributivas se davam tanto mediante programas assistenciais (ou o amparo social como se dizia à época) como, por exemplo, a concessão de pensões a órfãos e a viúvas honestas, a ajuda à manutenção das casas de misericórdia, assim como por meio de concessões de mercês e monopólios para a exploração de certas atividades econômicas. O amparo social era assistencialista porque baseado na troca de favores e não como uma política pública - ou um direito - cujo objetivo seria o de proteger os que mais necessitam. A concessão de mercês e monopólios, por sua vez, visava a manutenção do status quo e de privilégios em mãos de poucos, não visando nem o bem comum nem o progresso econômico. Formas contemporâneas desse tipo de transferência ainda persistem quando, por exemplo, os fundos públicos são chamados a cobrir "buracos" de fundos privados que, em geral, se destinam aos grupos menos necessitados da sociedade - uma fração diminuta da população, mas que abocanha a maior parte da renda nacional e, em alguns casos, tem maior facilidade de acesso aos recursos públicos. Fenômeno que muitas vezes não é explicado somente pelo retorno dos atributos produtivos desses segmentos da sociedade.

Seria o Bolsa Família uma versão moderna das arcaicas esmolas reais/imperiais? Poderia o Bolsa Família ter um efeito-preguiça generalizado entre os mais pobres de modo a prevenir não só a ascensão social das famílias beneficiárias como também atrapalhar o desenvolvimento econômico do país, ao desviar recursos de investimentos prioritários?

O chamado "efeito-preguiça" carece totalmente de base real. Em primeiro lugar, o benefício é muito baixo para ter impactos significativos sobre a oferta de trabalho. É difícil imaginar que com um benefício mensal de no máximo R$ 95,00 (o que equivale na melhor das hipóteses a uma renda per capita de R$ 23,70, isto é, a renda de um domicílio com um adulto e 3 crianças) o(s) membro(s) adulto(s) daquele domicílio se retiraria(m) do mercado de trabalho ou abandonariam suas atividades de subsistência. Além disso, as evidências empíricas baseadas em avaliações experimentais de programas similares, como o Progresa/Oportunidades no México, mostram que o impacto é nulo sobre a oferta de trabalho dos beneficiários (ver recente estudo de Emmanuel Skoufias e Vicenzo di Maro: http://ideas.repec.org/p/wbk/wbrwps/3973.html).

Os dados da PNAD 2004, por sua vez, indicam que os indivíduos que moram em domicílios onde existe um beneficiário do Bolsa Família não têm uma taxa de participação no mercado de trabalho menor do que seus contrapartes em domicílios sem beneficiários, mas com renda similar. Ao contrário, a taxa de participação dos "beneficiários" tende a ser maior do que a taxa de participação dos "não-beneficiários". Esse resultado vale tanto para chefes e chefas de domicílio como para seus respectivos cônjuges. Por exemplo, entre os 10% mais pobres, a taxa de participação no mercado de trabalho dos moradores adultos (18 a 64 anos) é de 73% para domicílios com beneficiários e 67% para domicílios sem beneficiários. Essa maior participação se mantém para homens chefes (93% e 87%), homens cônjuges (84% e 81%), mulheres cônjuges (60% e 47%) e é, praticamente, igual para mulheres chefes (64,5% e 64,4%). Esse resultado é observado também para extratos um pouco menos pobres como o segundo, o terceiro e o quarto décimos da distribuição.

O temor de um impacto negativo sobre o crescimento também nos parece equivocado. Se for verdade que é necessário crescer para melhorar o bem-estar de todos, também é verdade que o impacto do crescimento sobre a pobreza é mediado pela distribuição inicial dos recursos de uma sociedade. Em sociedades extremamente desiguais como a brasileira, as taxas de crescimento necessárias para reduzir a pobreza são bem mais elevadas do que em sociedades com menos desigualdade. Além disso, também é verdade que pobreza e desigualdade de renda diminuem o potencial de crescimento de uma economia. Deste modo, políticas que reduzam a desigualdade não só afetam diretamente a pobreza como aumentam o potencial do crescimento e magnificam o impacto do mesmo sobre a redução da pobreza. Por esse motivo, políticas redistributivas são sempre muito bem vindas para aqueles que acreditam que a pobreza deve ser reduzida o mais rapidamente possível. Nesse sentido, vale a pena ver como o Bolsa Família tem se saído como um programa redistributivo. Os resultados de diversos estudos com períodos e

metodologias diferentes apontam para um grande impacto do Bolsa Família. No texto "Cash Transfer Programmes in Brazil: Impacts on Poverty and Inequality" (http://www.undp-povertycentre.org/newsletters/WorkingPaper21.pdf) se mostra que entre os componentes que contribuíram para a redução da desigualdade - observada entre 1995 e 2004, o Bolsa Família está em terceiro lugar - perdendo para a renda do trabalho e para pensões e aposentadorias vinculadas ao salário mínimo -, sendo responsável por 13% da redução do índice de Gini no período, mas corresponde a apenas 0,5% da renda total das famílias brasileiras. Estes resultados mostram que mesmo uma pequena transferência pode ter um grande impacto sobre a desigualdade quando bem focalizada.

Dados os resultados acima o que surpreende é que se tenha levado tanto tempo para descobrir uma maneira efetiva de reduzir a desigualdade e diminuir a pobreza: transferir renda (dinheiro) aos mais pobres! E esse dinheiro não é simples assistencialismo, como rotineiramente se lê de maneira pejorativa nos jornais. Trata-se, na verdade, de um programa de assistência social, cuja origem pode ser rastreada de maneira embriônica às experiências em nível local com a renda mínima de Campinas e o Bolsa Escola no Distrito Federal e que incorporou milhões de cidadãos brasileiros que estavam completamente desamparados da rede de proteção social existente no país até então, particularmente, as crianças em domicílios pobres. Uma política de proteção social é um elemento fundamental em qualquer democracia que pretenda estender a todos os benefícios do desenvolvimento econômico. Ainda há muito que fazer para aperfeiçoar o programa, mas transferir renda é uma função do Estado e o fato de estar distribuindo a favor dos pobres é uma ótima noticia, também, para o crescimento econômico.

** Pesquisador do Ipea*

Publicado: Correio Braziliense 14/08/2006 - O Globo 12/08/2006

Módulo V – 8 Objetivos de Desenvolvimento do Milênio

Os 8 Objetivos de Desenvolvimento do Milênio, 8 ODM, são um conjunto de metas a ser atingido até o ano de 2015.

Estes objetivos surgiram junto com a **Declaração do Milênio**, que foi aprovada pela ONU em 8 de setembro de 2000.

O Brasil, junto com 191 países-membros, assinou o pacto, se comprometendo com a sustentabilidade do Planeta, como um todo.

No Brasil, também conhecemos os 8 ODM como 8 Jeitos de Mudar o Mundo.

Símbolos

Adotados no mundo todo, os ícones que representam os 8 ODM foram criados voluntariamente, em 2005, no Brasil, como parte da campanha Nós Podemos, pela agência McCann-Erickson. O mentor e coordenador da campanha foi o publicitário Percival Caropreso.



ODM1 – Acabar com a Fome e a Miséria



Propondo a erradicação da extrema pobreza e miséria, este objetivo também se relaciona à diminuição da desnutrição, oferecendo condições para que todos tenham acesso a uma dieta mínima diária, de acordo com o que preconiza a Organização das Nações Unidas para a Agricultura e Alimentação – FAO.

Este objetivo também está relacionado à diminuição do número de pessoas em pobreza extrema ou indigência.

ODM 2 – Educação Básica de Qualidade para Todos



Propondo que todas as crianças, em todas as regiões – independente de gênero, etnia e condições sociais – terminem o ensino fundamental, este objetivo está também relacionado à diminuição da evasão escolar, à melhoria da qualidade do ensino, à elevação do número de anos na escola e à diminuição da defasagem idade-série.

ODM 3 – Igualdade entre Sexos e Valorização da Mulher



Este objetivo, além da igualdade entre os sexos em todos os níveis de ensino, propõe a busca pela autonomia das mulheres, combate ao preconceito, ampliação das vagas e ascensão das mulheres no mercado de trabalho, igualdade nos salários para mulheres e homens que desempenham a mesma função; além do desempenho de papéis cada vez mais ativos no mundo, pelas mulheres.

ODM 4 – Reduzir a Mortalidade Infantil



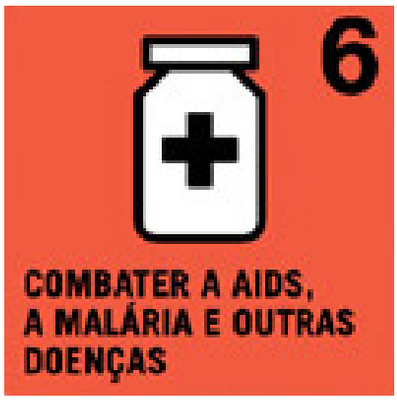
Este objetivo está relacionado, entre outras coisas, à melhoria das condições de saneamento e higiene, promoção de campanhas de vacinação, melhoria dos serviços de saúde e ampliação do acesso aos mesmos. Enfim, depende de políticas, programas, recursos direcionados não somente às crianças mas também às famílias e comunidades em geral.

ODM 5 – Melhorar a Saúde das Gestantes



Este objetivo está diretamente relacionado à promoção da saúde integral das mulheres em idade reprodutiva. Inclui elementos como planejamento familiar, acompanhamento pré-natal, melhoria dos serviços de saúde e ampliação do acesso aos mesmos. Um elemento importante é a presença de profissionais qualificados na hora do parto.

ODM 6 – Combater a AIDS, a Malária e Outras Doenças



Este objetivo propõe deter a proliferação de doenças, o que necessita de ampliação do acesso às informações por parte da população, também a meios de prevenção e de tratamento, além do combate à discriminação. Também está relacionado à melhoria das condições de saneamento e de higiene da população, da preocupação com questões ambientais e nutritivas.

ODM 7 – Qualidade de Vida e Respeito ao Meio Ambiente



Este objetivo é bastante amplo e se refere às questões ambientais, como preservação dos recursos naturais, recuperação de áreas degradadas e a transformação de remanescentes em áreas de preservação; também às questões relacionadas a emissões de CO2 e de outros agentes de poluição, adoção de princípios de sustentabilidade nas políticas públicas e de forma geral, na cultura do povo. Outras questões que fazem parte deste objetivo são o acesso à água potável, ao esgotamento sanitário e à melhoria dos assentamentos precários.

ODM 8 – Todo Mundo Trabalhando pelo Desenvolvimento



Este objetivo está relacionado ao estabelecimento de parcerias para que todos os objetivos anteriores sejam alcançados e a melhoria da qualidade de vida de toda a população seja estabelecida. Busca também a participação de toda a sociedade em busca de um mundo melhor, mais justo e sustentável, tanto no que se refere às questões ambientais quanto às sociais.

Os Objetivos de Desenvolvimento do Milênio estão intimamente relacionados entre si. Por exemplo, para que possamos, verdadeiramente, erradicar a fome e a miséria, é preciso garantir o acesso a uma educação de qualidade, o que garantirá, no futuro, o acesso ao mercado de trabalho, não em subempregos, mas em empregos que oferecerão condições daquela pessoa garantir sua qualidade de vida e de sua família.

Texto Complementar

Declaração Universal dos Direitos Humanos

Adotada e proclamada pela Assembleia Geral das Nações Unidas (resolução 217 A III) em 10 de dezembro 1948.

Preâmbulo

Considerando que o reconhecimento da dignidade inerente a todos os membros da família humana e de seus direitos iguais e inalienáveis é o fundamento da liberdade, da justiça e da paz no mundo.

Considerando que o desprezo e o desrespeito pelos direitos humanos resultaram em atos bárbaros que ultrajaram a consciência da humanidade e que o advento de um mundo em que mulheres e homens gozem de liberdade de palavra, de crença e da liberdade de viverem a salvo do temor e da necessidade foi proclamado como a mais alta aspiração do ser humano comum.

Considerando ser essencial que os direitos humanos sejam protegidos pelo império da lei, para que o ser humano não seja compelido, como último recurso, à rebelião contra a tirania e a opressão.

Considerando ser essencial promover o desenvolvimento de relações amistosas entre as nações.

Considerando que os povos das Nações Unidas reafirmaram, na Carta, sua fé nos direitos fundamentais do ser humano, na dignidade e no valor da pessoa humana e na igualdade de direitos do homem e da mulher e que decidiram promover o progresso social e melhores condições de vida em uma liberdade mais ampla.

Considerando que os Países-Membros se comprometeram a promover, em cooperação com as Nações Unidas, o respeito universal aos direitos e liberdades fundamentais do ser humano e a observância desses direitos e liberdades.

Considerando que uma compreensão comum desses direitos e liberdades é da mais alta importância para o pleno cumprimento desse compromisso.

Agora portanto a Assembléia Geral proclama a presente Declaração Universal dos Direitos Humanos como o ideal comum a ser atingido por todos os povos e todas as nações, com o objetivo de que cada indivíduo e cada órgão da sociedade tendo sempre em mente esta Declaração, esforce-se, por meio do ensino e da educação, por promover o respeito a esses direitos e liberdades, e, pela adoção de medidas progressivas de caráter nacional e internacional, por assegurar o seu reconhecimento e a sua observância universais e efetivos, tanto entre os povos dos próprios Países-Membros quanto entre os povos dos territórios sob sua jurisdição.

Artigo 1

Todos os seres humanos nascem livres e iguais em dignidade e direitos. São dotados de razão e consciência e devem agir em relação uns aos outros com espírito de fraternidade.

Artigo 2

1. Todo ser humano tem capacidade para gozar os direitos e as liberdades estabelecidos nesta Declaração, sem distinção de qualquer espécie, seja de raça, cor, sexo, língua, religião, opinião política ou de outra natureza, origem nacional ou social, riqueza, nascimento, ou qualquer outra condição.

2. Não será também feita nenhuma distinção fundada na condição política, jurídica ou internacional do país ou território a que pertença uma pessoa, quer se trate de um território independente, sob tutela, sem governo próprio, quer sujeito a qualquer outra limitação de soberania.

Artigo 3

Todo ser humano tem direito à vida, à liberdade e à segurança pessoal.

Artigo 4

Ninguém será mantido em escravidão ou servidão; a escravidão e o tráfico de escravos serão proibidos em todas as suas formas.

Artigo 5

Ninguém será submetido à tortura, nem a tratamento ou castigo cruel, desumano ou degradante.

Artigo 6

Todo ser humano tem o direito de ser, em todos os lugares, reconhecido como pessoa perante a lei.

Artigo 7

Todos são iguais perante a lei e têm direito, sem qualquer distinção, a igual proteção da lei. Todos têm direito a igual proteção contra qualquer discriminação que viole a presente Declaração e contra qualquer incitamento a tal discriminação.

Artigo 8

Todo ser humano tem direito a receber dos tribunais nacionais competentes remédio efetivo para os atos que violem os direitos fundamentais que lhe sejam reconhecidos pela constituição ou pela lei.

Artigo 9

Ninguém será arbitrariamente preso, detido ou exilado.

Artigo 10

Todo ser humano tem direito, em plena igualdade, a uma justa e pública audiência por parte de um tribunal independente e imparcial, para decidir seus direitos e deveres ou fundamento de qualquer acusação criminal contra ele.

Artigo 11

1.Todo ser humano acusado de um ato delituoso tem o direito de ser presumido inocente até que a sua culpabilidade tenha sido provada de acordo com a lei, em julgamento público no qual lhe tenham sido asseguradas todas as garantias necessárias à sua defesa.

2. Ninguém poderá ser culpado por qualquer ação ou omissão que, no momento, não constituíam delito perante o direito nacional ou internacional. Também não será imposta pena mais forte de que aquela que, no momento da prática, era aplicável ao ato delituoso.

Artigo 12

Ninguém será sujeito à interferência na sua vida privada, na sua família, no seu lar ou na sua correspondência, nem a ataque à sua honra e reputação. Todo ser humano tem direito à proteção da lei contra tais interferências ou ataques.

Artigo 13

1. Todo ser humano tem direito à liberdade de locomoção e residência dentro das fronteiras de cada Estado.

2. Todo ser humano tem o direito de deixar qualquer país, inclusive o próprio e a esse regressar.

Artigo 14

1. Todo ser humano, vítima de perseguição, tem o direito de procurar e de gozar asilo em outros países.

2. Esse direito não pode ser invocado em caso de perseguição legitimamente motivada por crimes de direito comum ou por atos contrários aos objetivos e princípios das Nações Unidas.

Artigo 15

1. Todo ser humano tem direito a uma nacionalidade.

2. Ninguém será arbitrariamente privado de sua nacionalidade, nem do direito de mudar de nacionalidade.

Artigo 16

1. Os homens e mulheres de maior idade, sem qualquer restrição de raça, nacionalidade ou religião, têm o direito de contrair matrimônio e fundar uma família. Gozam de iguais direitos em relação ao casamento, sua duração e sua dissolução.

2. O casamento não será válido senão com o livre e pleno consentimento dos nubentes.

3. A família é o núcleo natural e fundamental da sociedade e tem direito à proteção da sociedade e do Estado.

Artigo 17

1. Todo ser humano tem direito à propriedade, só ou em sociedade com outros.

2. Ninguém será arbitrariamente privado de sua propriedade.

Artigo 18

Todo ser humano tem direito à liberdade de pensamento, consciência e religião; esse direito inclui a liberdade de mudar de religião ou crença e a liberdade de manifestar essa religião ou crença pelo ensino, pela prática, pelo culto em público ou em particular.

Artigo 19

Todo ser humano tem direito à liberdade de opinião e expressão; esse direito inclui a liberdade de, sem interferência, ter opiniões e de procurar, receber e transmitir informações e ideias por quaisquer meios e independentemente de fronteiras.

Artigo 20

1. Todo ser humano tem direito à liberdade de reunião e associação pacífica.

2. Ninguém pode ser obrigado a fazer parte de uma associação.

Artigo 21

1. Todo ser humano tem o direito de tomar parte no governo de seu país diretamente ou por intermédio de representantes livremente escolhidos.

2. Todo ser humano tem igual direito de acesso ao serviço público do seu país.

3. A vontade do povo será a base da autoridade do governo; essa vontade será expressa em eleições periódicas e legítimas, por sufrágio universal, por voto secreto ou processo equivalente que assegure a liberdade de voto.

Artigo 22

Todo ser humano, como membro da sociedade, tem direito à segurança social, à realização pelo esforço nacional, pela cooperação internacional e de acordo com a organização e recursos de cada Estado, dos direitos econômicos, sociais e culturais indispensáveis à sua dignidade e ao livre desenvolvimento da sua personalidade.

Artigo 23

1. Todo ser humano tem direito ao trabalho, à livre escolha de emprego, a condições justas e favoráveis de trabalho e à proteção contra o desemprego.

2. Todo ser humano, sem qualquer distinção, tem direito a igual remuneração por igual trabalho.

3. Todo ser humano que trabalha tem direito a uma remuneração justa e satisfatória que lhe assegure, assim como à sua família, uma existência compatível com a dignidade humana e a que se acrescentarão, se necessário, outros meios de proteção social.

4. Todo ser humano tem direito a organizar sindicatos e a neles ingressar para proteção de seus interesses.

Artigo 24

Todo ser humano tem direito a repouso e lazer, inclusive a limitação razoável das horas de trabalho e a férias remuneradas periódicas.

Artigo 25

1. Todo ser humano tem direito a um padrão de vida capaz de assegurar a si e à sua família saúde, bem-estar, inclusive alimentação, vestuário, habitação, cuidados médicos e os serviços sociais indispensáveis e direito à segurança em caso de desemprego, doença invalidez, viuvez, velhice ou outros casos de perda dos meios de subsistência em circunstâncias fora de seu controle.

2. A maternidade e a infância têm direito a cuidados e assistência especiais. Todas as crianças, nascidas dentro ou fora do matrimônio, gozarão da mesma proteção social.

Artigo 26

1. Todo ser humano tem direito à instrução. A instrução será gratuita, pelo menos nos graus elementares e fundamentais. A instrução elementar será obrigatória. A instrução técnico-profissional será acessível a todos, bem como a instrução superior, esta baseada no mérito.

2. A instrução será orientada no sentido do pleno desenvolvimento da personalidade humana e do fortalecimento do respeito pelos direitos do ser humano e pelas liberdades fundamentais. A instrução promoverá a compreensão, a tolerância e a amizade entre todas as nações e grupos raciais ou religiosos e coadjuvará as atividades das Nações Unidas em prol da manutenção da paz.

3. Os pais têm prioridade de direito na escolha do gênero de instrução que será ministrada a seus filhos.

Artigo 27

1. Todo ser humano tem o direito de participar livremente da vida cultural da comunidade, de fruir as artes e de participar do progresso científico e de seus benefícios.

2. Todo ser humano tem direito à proteção dos interesses morais e materiais decorrentes de qualquer produção científica literária ou artística da qual seja autor.

Artigo 28

Todo ser humano tem direito a uma ordem social e internacional em que os direitos e liberdades estabelecidos na presente Declaração possam ser plenamente realizados.

Artigo 29

1. Todo ser humano tem deveres para com a comunidade, na qual o livre e pleno desenvolvimento de sua personalidade é possível.

2. No exercício de seus direitos e liberdades, todo ser humano estará sujeito apenas às limitações determinadas pela lei, exclusivamente com o fim de assegurar o devido reconhecimento e respeito dos direitos e liberdades de outrem e de satisfazer as justas exigências da moral, da ordem pública e do bem-estar de uma sociedade democrática.

3. Esses direitos e liberdades não podem, em hipótese alguma, ser exercidos contrariamente aos objetivos e princípios das Nações Unidas.

Artigo 30

Nenhuma disposição da presente Declaração poder ser interpretada como o reconhecimento a qualquer Estado, grupo ou pessoa, do direito de exercer qualquer atividade ou praticar qualquer ato destinado à destruição de quaisquer dos direitos e liberdades aqui estabelecidos.

Módulo VI – Programa 5 S

Método que visa tornar os ambientes de trabalho organizados, ordenados, limpos e saudáveis, o Programa 5S pode ser considerado a porta de entrada para a Qualidade Total.

O Programa 5S foi concebido por *Kaoru Ishikawa* em 1950, no Japão do pós-guerra (2ª Guerra Mundial). Leva esse nome devido às iniciais das cinco palavras japonesas que sintetizam as cinco etapas do programa: SEIRI, SEITON, SEISO, SEIKETSU, SHITSUKE.

JAPÃO	SENSO DE	AÇÃO
Seiri	Utilização e Descarte	**Selecionar o que é útil e descartar o que é inútil*.**
Seiton	Ordenação	**Identificar e ordenar os objetos selecionados e o local onde estão.**
Seiso	Limpeza	**Limpar o local que foi ordenado.**
Seiketsu	Higiene e Segurança	**Criar hábitos para o local que foi limpo e para as pessoas que permanecem nele.**
Shitsuke	Autodisciplina	**Criar disciplina na execução das etapas anteriores e, se for necessário, recomeçar.**

* **Tenha sempre em mente**: o que é inútil para você pode ser útil para outra pessoa.

O programa 5S não se resume a mudar a aparência do local de trabalho ou outro local qualquer. Na verdade, sua essência é outra: MUDAR ATITUDES E COMPORTAMENTO.

Texto Complementar

Brasil: sociedade do desperdício

Em 2010, o País produziu 60,8 milhões de toneladas de lixo, quantidade 6,8% mais alta que a de 2009 e seis vezes maior que o crescimento populacional

Por Reinaldo Canto — publicado 03/05/2011

Em 2010, o Brasil produziu 60,8 milhões de toneladas dos chamados resíduos sólidos urbanos. Essa quantidade foi 6,8% mais alta que a registrada em 2009 e seis vezes maior que o crescimento populacional que, no mesmo período, ficou em pouco mais de 1%. De todo esse resíduo, cerca de 6,5 milhões de toneladas foram parar em rios, córregos e terrenos baldios. Ainda 42,4%, ou seja, 22,9 milhões de toneladas foram depositados em lixões e aterros controlados e que não fazem o tratamento adequado dos resíduos. Estas conclusões fazem parte do estudo Panorama dos Resíduos Sólidos divulgado na semana passada pela Abrelpe (Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais).

Detalhes do mesmo relatório demonstram que estamos muito, mas muito distantes de tornar o consumo consciente uma prática cotidiana na vida das pessoas em nosso país. Um bom exemplo é que no ano passado, a média de lixo gerado por brasileiro ficou em 378 quilos, o que é 5,3% superior aos 359 quilos de lixo per capita computados em 2009.

O que esperar do futuro

Em uma sociedade de consumo que vem se caracterizando pelo culto ao descartável, a quantidade de lixo é proporcional a falta de consciência e ações que passam por todos os setores, sejam eles públicos ou privados, até chegar ao próprio cidadão.

Se por um lado podemos registrar com orgulho que no Brasil temos o mais alto nível de reciclagem de latinhas de alumínio do mundo, por outro, também é fácil afirmar que existem materiais tão diversos como papel, papelão, vidro, isopor, garrafas PET, sacolas plásticas e tantos outros que são perfeitamente recicláveis e que simplesmente não o são, por falta de apoio a coleta e comercialização. Pelo menos 30% dos lixos domiciliares são compostos de materiais recicláveis, mas apenas 1% acaba sendo, efetivamente, recuperado pela coleta seletiva.

É muito triste imaginar que toneladas de material reciclável entopem os lixões e aterros quando poderiam voltar a ser utilizados por empresas em produção de novos produtos. Um caso exemplar é o do vidro. Um quilo de vidro é totalmente aproveitado na reciclagem num círculo virtuoso que contribui para que não sejam necessárias as extrações de matérias-primas existentes na natureza. Isso vale para todos os outros materiais que são descartados. Papéis reutilizados e reciclados evitam o corte de árvores; sacolas plásticas reutilizadas e recicladas deixam de entupir bueiros, poluir rios e mares etc.

As razões para esse estado de coisas são inúmeras: ausência de políticas públicas efetivas de incentivo a coleta e reciclagem e de educação ambiental para a população; uma parte da iniciativa privada que não se empenha em tratar resíduos e criar ações para reaproveitamento de materiais na sua linha de produção e o cidadão que desperdiça, não reutiliza, não recicla e ainda joga lixo nas praças, ruas, rios e lagos.

Política Nacional de Resíduos Sólidos para mudar a realidade

Boa parte das esperanças para reverter esse quadro reside na Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), regulamentada em dezembro de 2010 e que estabelece o princípio da responsabilidade compartilhada em relação à destinação dos resíduos. Todos os integrantes da cadeia produtiva sejam eles fabricantes, distribuidores, importadores, comerciantes e até mesmo os consumidores serão responsáveis por todo o processo de ciclo de vida do produto até a disposição final, também conhecido como logística reversa. Nessa conta de responsabilidades também estarão inseridos os serviços de limpeza públicos e de manejo dos resíduos sólidos. A lei prevê ainda o fim dos lixões em todos os municípios brasileiros até 2014.

Diante do aumento da geração de lixo, os desafios propostos pela nova política são enormes e vão requerer esforços dobrados nos próximos anos. Portanto, é preciso também trazer outras questões para a discussão que contribuam para avançar nesse processo.

Cobrar o que é de graça, aumentar o preço do que for muito barato

Um caminho é dar o devido valor ao que hoje é tratado como lixo. Se o poder público garantisse preços convidativos para os materiais hoje menos atrativos, tenho certeza que teríamos mais plásticos, papéis, vidros, isopores, entre outros, sendo recolhidos com eficiência e, consequentemente, voltariam para a cadeia produtiva ao invés de descartados.

Vivemos situações críticas em várias áreas vitais para a sobrevivência humana, a questão da geração do lixo, da contaminação das águas, o desmatamento e o aquecimento global estão entre as principais. Infelizmente, medidas isoladas sejam do poder público, sejam da iniciativa privada e até de cidadãos mais conscientes são louváveis, mas de resultado limitado.

Cobrar por todos esses materiais e embalagens dando valor ao que as pessoas hoje descartam seria uma maneira rápida de mudar a realidade tenebrosa do desperdício, do descarte inconsequente e da falta de educação.

O melhor, é claro, seria conquistar consciências, mas é óbvio também que os resultados tem sido modestos até mesmo nos países ditos desenvolvidos e educados.

Boa notícia chega do varejo!

Falando em outros países, algo que já foi adotado fora do Brasil vai chegar por aqui nos próximos dias: a cobrança pelas sacolas plásticas!

No próximo dia 9 de maio, um acordo será assinado pela APAS (Associação Paulista de Supermercados) e o Governo do Estado de São Paulo prevendo, inicialmente, uma campanha de 6 meses para a conscientização do consumidor para a importância de usar sacolas retornáveis, caixas ou carrinhos de feira no transporte das compras. Após esse período, ou seja, meados de novembro, as sacolas plásticas tradicionais, que demoram cerca de 100 anos para se decompor, serão substituídas por sacolinhas feitas à base de amido. Essa nova sacola se decompõe no máximo em 180 dias e será vendida pelo preço de custo (R$ 0,20 a unidade).

Essa experiência já foi adotada com sucesso em Jundiaí, cidade de 370 mil habitantes, próxima a Campinas. Hoje apenas 5% dos consumidores acabam por adquirir as sacolinhas biodegradáveis. A maioria esmagadora já se acostumou a nova realidade e, como em outros países, abandonou o uso das sacolas descartáveis.

Quem sabe se com mais ações como essa e um pouquinho mais de consciência, os números do Panorama de Resíduos Sólidos em 2012 não poderão apresentar surpresas mais agradáveis que os deste ano?

Módulo VII – Responsabilidade Social no Contexto Profissional

De acordo com OLIVEIRA (2011), “a globalização que requer novas tecnologias e mudanças na produção demanda também um novo tipo de profissional, flexível, criativo, capaz de compreender todo o processo por trás da atividade que exerce. Esse profissional deve também entender o papel fundamental que pode ter em sua comunidade, buscando seu desenvolvimento pessoal, porém sem prejuízo para o coletivo.”

Em um mundo que apresenta tantos desafios, não é possível que um profissional, de qualquer área, não se preocupe com o peso das suas decisões e ações.

Utilizar suas habilidades técnicas para buscar soluções para problemas vivenciados por um determinado grupo de pessoas é somente uma das vertentes da Responsabilidade Social no contexto profissional.

Dependendo da área onde atua, o profissional já desenvolve ações que têm um contexto social, ou ambiental, bastante explícito. É o caso, por exemplo, de profissionais da educação, saúde, assistência social, de funcionários de ONGs. A atividade que estes profissionais desempenham exigem que eles estejam em sintonia com questões sociais.

O mesmo acontece, por exemplo, com um Técnico em Meio Ambiente, cuja atuação já é desenvolvida tendo sempre como foco a sustentabilidade ambiental.

Mas, o que acontece com profissionais de áreas que, aparentemente, não estão relacionadas a contextos sociais ou ambientais?

Em algumas áreas, a falta de sintonia com questões sociais ou ambientais é somente aparente. Aparente porque a Responsabilidade Social está em todas as áreas.

Um Técnico em Eletrônica, por exemplo, pode desenvolver um novo modelo de cadeira de rodas motorizada. Além do produto em si ser totalmente relacionado à Responsabilidade Social, a mesma estará mais em evidência se o profissional pensar em uma solução para diminuir o custo de tal cadeira; possibilitando assim que mais pessoas com necessidades especiais possam ter acesso a esse recurso.

Para quem pensa que a área de exatas está fora do contexto social, isso não é verdade.

Esta área está recheada de recursos que são desenvolvidos para melhorar a qualidade de vida das pessoas.

Mas, o profissional pode, e deve, ir além das suas atividades profissionais. Isto nos leva a uma outra vertente da Responsabilidade Social no contexto profissional: o voluntariado.

De acordo com a Organização das Nações Unidas, “voluntário é o jovem, adulto ou idoso que, devido a seu interesse pessoal e seu espírito cívico, dedica parte do seu tempo, sem remuneração, a diversas formas de atividades de bem estar social ou outros campos.”

No Brasil, o artigo 1º da Lei 9.608, de 18 de fevereiro de 1998, define como serviço voluntário “a atividade não remunerada, prestada por pessoa física a entidade pública de qualquer natureza, ou a instituição privada de fins não lucrativos, que tenha objetivos cívicos, culturais, educacionais, científicos, recreativos ou de assistência social, inclusive mutualidade.”

Independente da forma como é definido o voluntariado, o que fica claro, quando o assunto é abordado é que o voluntário é aquele que pensa no outro, que se dispõe a doar seu tempo em prol do coletivo, seja desenvolvendo ações que são relacionadas a seu dia a dia profissional, seja desenvolvendo ações que o levem a sair de sua zona de conforto.

Seja qual for a definição, o voluntário é alguém que “respira” Responsabilidade Social, no seu mais profundo sentido.

Texto Complementar

Trecho retirado do artigo Responsabilidade social e voluntariado no Brasil, de Renato Arcúrio

Um objetivo comum e a cada dia mais presente na vida das organizações é a responsabilidade social e entre as pessoas o voluntariado, que juntos estão ganhando força e crescendo em busca de um desenvolvimento sustentável.

Renato Arcúrio

[...] Trabalho Voluntário

Ser voluntário é doar o tempo para causas de interesses sociais. A ação voluntária requer preparação e responsabilidades. O voluntariado é uma forma de participação cidadã, da qual todos os indivíduos, sem restrição física, social, de escolaridade ou financeira, podem participar.

O papel dos voluntários, antes tido como filantrópico e assistencialista, hoje representa um marco de transformação social que amplia o alcance desse serviço em diferentes atividades e agrega valores.

Segundo a Organização das Nações Unidas (ONU), no Manual do Voluntário: "o voluntário é o jovem ou adulto que, devido ao seu interesse pessoal e ao seu espírito cívico, dedica parte de seu tempo, sem remuneração alguma, a diversas formas de atividades, organizadas ou não, de bem-estar social ou outros campos".

No Brasil, a Lei 9.608 de 18 de fevereiro de 1998, que dispõe sobre os serviços voluntários, define o voluntariado como o trabalho não-remunerado realizado por pessoas físicas, que não gera nenhum tipo de vínculo empregatício, obrigações trabalhistas ou previdenciárias.

O voluntário é aquele que está disposto a olhar o outro, importando-se com ele e fazendo algo de bom pela pessoa que pretende ajudar, doando para isso seu tempo, trabalho e talento. Em situações de desastres, os voluntários, devidamente capacitados e em sintonia com os órgãos oficiais responsáveis, podem contribuir trazendo novas idéias, executando tarefas, exercendo funções específicas e, principalmente, multiplicando esforços.

Por canalizar esforços de pessoas de diferentes áreas e diferentes níveis hierárquicos num propósito comum, muitos voluntários concordam que as ações de voluntariado derrubam quaisquer barreiras impostas pela rotina do trabalho. Além disso, estimulam o sentimento de equipe, o que propicia uma integração ainda maior.

Voluntariado no Brasil

Desde nossa colonização temos trabalho voluntário no Brasil, só que com características e objetivos diferentes, e o que é interessante é que ele sempre foi importante para a sociedade. A caridade, o assistencialismo, e a militância política deram lugar à solidariedade, ao desejo de fazer o bem, ao exercício de cidadania.

O trabalho voluntário nos últimos 10 anos assumiu um significado muito especial e significativo, pois de um caráter muito mais voltado para a caridade e o altruísmo, o trabalho voluntário passa a ter uma característica de vontade de mudança e transformação. Esta característica está muito ligada, talvez, a um sentimento de responsabilidade e de culpa que, entre outros, contribuíram para o nascimento da visão de responsabilidade social. Um breve histórico do trabalho voluntário na Brasil, para termos uma idéia de sua evolução e de sua compreensão atual.

Séc. XVI – primeiras manifestações de assistência social, baseadas em princípios da caridade cristã. Segunda metade do séc. XIX – "cruzada filantrópica" em vista da disseminação de doenças contagiosas (órfãos, alienados, inválidos, delinquentes), trabalho essencialmente feminino com enfoque na caridade. A partir de 1930 – conceito de filantropia – a partir da transferência do Estado para a sociedade civil da atenção social à grande massa de trabalhadores sem carteira assinada. Final da década de 50 – movimentos sociais reivindicatórios estruturam organizações, sofrendo retração de 1965 a 1980 por influência do Estado. Anos 80 – corresponsabilidades das questões sociais entre Estado, sociedade civil (ONGs, Fundações e empresas). Anos 90 – voluntário é o cidadão motivado pela solidariedade e participação em prol de causas de interesse social e comunitário.

Segundo Lima(2010),

O caráter de mudança e ajuste social, que o trabalho voluntário propõe atualmente, não há dúvida de sua importância, pois que esse movimento de pessoas que se dispõem a ajudar, pressupõe um movimento de mudança de atitude e, portanto, mudança de ética, já que ela – orientadora da conduta individual e social - é o determinante de fato do quadro de exclusão.

Além da importância natural que têm os esforços voltados ao trabalho e aos estudos em busca de desenvolvimento acadêmico e profissional, ganha cada vez mais relevância no currículo o campo dedicado aos trabalhos voluntários. Um dos motivos para que isso ocorra é a preocupação das próprias empresas com o conceito de sustentabilidade. Pela lógica das empresas, se elas querem ser bem vistas do ponto de vista sócio-ambiental, é essencial que seus funcionários dêem o exemplo primeiro.

Ética no Voluntariado

O trabalho solidário, por meio do voluntariado, respeita valores, regras e princípios éticos, como em qualquer profissão. Todo voluntário possui uma motivação e, independente desta, é essencial integrar responsabilidades e ética na função a ser executada.

Sobre isso, Srour (2000, p.51) afirma:

Os dispositivos que compõem os códigos morais traduzem valores, princípios, normas ou idéias e vão sendo aplicados pelos agentes a situações concretas. Funcionam, portanto, como receituários, compêndios de prescrições ou manuais a seguir nas mais diversas ocorrências.

Ao optar por assumir esse papel de voluntário, o cidadão deve ter em mente que em conjunto a isto deve adotar uma postura ética que esteja de acordo com o papel que ele está se propondo a exercer.

De acordo com Srour apud Souza (2000, p. 57), "a ética não é uma etiqueta que a gente põe e tira, é uma luz que a gente projeta para segui-la com os nossos pés, do modo que pudermos, com acertos e erros, sempre e sem hipocrisia".

Esse conceito confirma a importância da ética em todos os momentos, seja ele profissional ou pessoal, e no trabalho voluntário a ética deve estar sempre alinhada de acordo com o objetivo do bem social para que o trabalho tenha sentido e resultados satisfatórios para a sociedade.

Sobre isso, Neto e Froes (2001, p. 15) afirmam, "A ética da responsabilidade social veio para superar os efeitos perversos da ética da irresponsabilidade social, dos globalismos ideologizantes, do domínio do dinheiro em estado puro e consumismos desenfreados."

Com isso percebemos que não basta apenas ter a idéia de adotar uma causa social, para ser um voluntário devemos adotar a ética como fonte de princípios e como um caminho que devemos seguir diariamente em busca dos objetivos sócias.

Benefícios do Trabalho Voluntário

O voluntariado tem um impacto significativo e positivo na comunidade. Mas também traz vantagens para o próprio voluntário. Pode trazer: maior estabilidade emocional, possibilidade de fazer o que realmente gosta, oportunidade de fazer novas amizades e ampliar o seu círculo de relacionamentos, descoberta de novas potencialidades, que não havia percebido antes, mudanças de pontos de vistas sobre o seu próprio valor, melhorando inclusive a auto-estima, opções de impulsionar sua carreira, entre

outros. O voluntariado é uma excelente ferramenta para ajudar a desenvolver sua comunidade e causar um impacto positivo na qualidade de vida das pessoas.

Peter Drucker, certamente o maior consultor do século, há décadas já dizia que o funcionário que presta serviços voluntários, por ser solidário à dor do próximo, é mais produtivo.

Cada vez mais comum nas entrevistas de emprego e estágio, o questionamento sobre a realização de trabalhos temporários ou mesmo voluntários são muito importantes para descrever o perfil de um candidato.

Isso porque a impressão passada é de que o profissional investe parte do seu tempo em outras pessoas e possui qualidades como facilidade de relacionamento interpessoal e capacidade de ouvir. Mas o principal aspecto positivo dessa ação é que o candidato não é acomodado. Ele realiza ações importantes - mesmo não ganhando para isso – e deixa claro que seu objetivo não é apenas o salário, mas também o projeto que realiza.

Mas não é apenas pela melhoria da forma como a empresa é vista perante a sociedade que faz do voluntariado algo valorizado. Esse tipo de iniciativa leva o profissional a desenvolver valores como iniciativos e trabalho em grupo, o que é útil especialmente para pessoas em início de carreira cuja pouca experiência pode limitar a disputa por vagas. Outra habilidade desenvolvida por profissionais engajados em causas voluntárias é a de alcançar objetivos por meio da gestão de recursos escassos, característica inerente a grande parte dos projetos sociais.

Para as empresas, é ótimo ter colaboradores com esse perfil, pois eles são capazes de fazer a diferença em situações em que a maioria não reage. Já os candidatos, precisam estar atentos ao fato de que o voluntariado exige tempo de dedicação, frequência e disponibilidade.

Existem inúmeras vantagens para as pessoas que desenvolvem um trabalho voluntário que podemos citar, porém a maior vantagem que pode ser percebida é a de que o voluntário está caminhando de mãos dadas com a sociedade em busca de um mundo melhor.

Considerações Finais

Muita gente não dá tanta credibilidade ao trabalho voluntário. Entretanto, quem já participou de uma atividade como essa sabe o quanto é gratificante. Além de gerar benefícios pessoais, este é o tipo de ação que pode contribuir para o seu crescimento profissional.

No caso da empresa, a marca fica fortalecida, a produtividade aumenta e os funcionários passam a se comprometer ainda mais, resultando na conquista de

um número maior de clientes. Além disso, o voluntariado favorece o trabalho em equipe e deixa o ambiente na organização mais agradável.

Para o empregado, ele promove a possibilidade de trabalho em grupo, desenvolvendo várias habilidades, como capacidade de resolver problemas e de propor soluções. Outra vantagem do trabalho voluntário é que ele pode enriquecer o seu currículo e abrir portas para um novo emprego.

Apesar de tudo, os verdadeiros beneficiados são aqueles que recebem este tipo de ação. Por isso, não deixe de ajudar, pois não há forma melhor de fazer bem a si mesmo, do que fazendo o bem a outras pessoas.

Assim, finalizo este projeto mostrando que a responsabilidade social e o trabalho voluntário estão caminhando juntos nesse processo de sustentabilidade e que com o empenho de todos na busca do bem comum, podemos viver em uma sociedade cada vez melhor.

Fontes de Pesquisa

Centro de Informações das Nações Unidas: www.unicrio.org.br. Disponível em: <http://www.ofuturoquenosqueremos.org.br/sustainability.php>.

Centro Regional de Informação das Nações Unidas: www.unric.org. Disponível em:<http://www.unric.org/html/portuguese/uninfo/DecdoMil.pdf>.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, IBGE: www.ibge.gov.br. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/censo2010/trabalho_infantil/default_xls.shtm>.

Instituto de Tecnologia Social, ITS Brasil: www.itsbrasil.org.br. Disponível em: <http://www.itsbrasil.org.br/conceito-de-responsabilidade-social>

Instituto do Homem e Meio Ambiente da Amazônia, Imazon: www.imazon.org.br. Disponível em: <http://www.imazon.org.br/publicacoes/transparencia-florestal/transparencia-florestal-amazonia-legal/boletim-do-desmatamento-sad-novembro-de-2013>.

Instituto Ethos de Empresas e Responsabilidade Social: www.ethos.org.br. Disponível em:

<http://www3.ethos.org.br/cedoc/responsabilidade-social-empresarial-e-sustentabilidade-para-a-gestao-empresarial/#.Uqyiy_RDuQ5>.

<http://www3.ethos.org.br/cedoc/relacionamento-com-partes-interessadas/#.Uqyi5PRDuQ5>.

<http://www3.ethos.org.br/cedoc/relacionamento-com-partes-interessadas/#.UqzM0PRDuQ5>.

<http://www3.ethos.org.br/cedoc/generosidade-o-quarto-elemento-do-triple-bottom-line/#.UqzLBPRDuQ4>.

Ladislau Dowbor: www.dowbor.org.br. Disponível em: <http://dowbor.org/2013/05/gestao-social-e-transformacao-da-sociedade.html/>

Mapa da Violência: < http://mapadaviolencia.org.br/>

Mestrado em Gestão Social, Educação e Desenvolvimento Local – UNA: http://www.mestradoemgsedl.com.br/. Disponível em: <http://www.mestradoemgsedl.com.br/wp-content/uploads/2010/06/Disserta%C3%A7%C3%A3o_Juliceli-M%C3%A1rcia-de-Oliveira.pdf>.

Ministério do Desenvolvimento Social e Combate à Fome: www.mds.gov.br. Disponível em:
< http://www.mds.gov.br/saladeimprensa/migracao/noticias/artigo-o-assistencialismo-e-o-bolsa-familia>.

Organização das Nações Unidas, ONU: www.onu.org.br. Disponível em: <http://www.onu.org.br/faca-parte-da-onu/voluntariado/>.

ONG Repórter Brasil: www.reporterbrasil.org.br. Disponível em: <http://reporterbrasil.org.br/2013/12/trabalho-escravo-e-tema-de-serie-de-reportagens-especiais-da-globo-news/>.

Portal Brasil: www.brasil.gov.br. Disponível em: <http://www.brasil.gov.br/cidadania-e-justica/2013/09/pnad-2012-trabalho-infantil-registra-156-mil-casos-a-menos>

Portal da Administração: www.administradores.com.br. Disponível em: <http://www.administradores.com.br/artigos/carreira/responsabilidade-social-e-voluntariado-no-brasil/58643/>

Portal do Planalto: www.planalto.gov.br. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9608.htm>.

Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD): www.pnud.org.br. Disponível em:<http://www.pnud.org.br/ODM.aspx>.

CURSO TÉCNICO EM

TELECOMUNICAÇÕES

ETAPA 1

ELETRICIDADE BÁSICA

Disciplina: Elétrica Básica.

Carga Horária: 40 h/a

Objetivos Gerais: Dar base ao aluno a assimilar o conteúdo de eletricidade básica e suas aplicações em Telecomunicações.

Avaliações:

1º Momento – 40 Pontos

10 Pontos: trabalho de pesquisa 1

10 Pontos: trabalho de pesquisa 2

20 Pontos: Avaliação Bimestral

2º Momento – 60 Pontos

10 Pontos Trabalho de pesquisa 1

10 Pontos trabalho de pesquisa 2

10 Mostra tecnológica

30 Pontos Avaliação Bimestral

Bibliografia:

Eletricidade Básica, Gussow, Milton, 2ª Edição, Editora Makron Books – 2004.

Fundamentos de Eletrotécnica para Técnicos em Eletrônica, Cavalcanti, P. J. Mendes, 13ª Edição, Biblioteca Técnica Freitas Bastos – 1981.

Sumário

CAPÍTULO 1.....168
1. Constituição da Matéria / Carga Elétrica.....168
1.1. Matéria.....168
1.2. Carga Elétrica.....170
1.3. Coulomb.....171
1.4. Campo elétrico de força.....171

CAPÍTULO 2.....172
2. Conceitos fundamentais da eletricidade.....172
2.1. Diferença de potencial – DDP.....172
2.2. Intensidade de corrente elétrica.....174
2.3. Resistência.....173
2.4. Condutância.....175
2.5. Potência elétrica.....178

CAPÍTULO 3.....181
3. Lei de Ohm.....181
3.1. Circuito elétrico.....181
3.2. Leis de Ohm.....182

CAPÍTULO 4.....184
4. Análise de Circuito.....184
4.1. Regras para estudo e análise de circuitos CC.....184
4.2. Ramo, Nó e Malha.....184
4.3. Fonte de tensão – Divisor de corrente.....185
4.4. Fonte de corrente – Divisor de tensão.....187
4.5. Análise de circuito série em Corrente Contínua.....189
4.6. Análise de circuito paralelo em Corrente Contínua.....192
4.7. Análise de circuito misto em Corrente Contínua.....194
4.8. Cálculo de redes (Triângulo-Estrela).....195
4.9. Baterias.....198
4.10. Lei de Kirchhoff.....207

CAPÍTULO 5.....223
5. Teorema de Thévenin / Norton / Máxima Transferência de Potência.....223
5.1. Teorema de Thévenin.....223
5.2. Teorema de Norton.....224
5.3. Teorema da máxima transferência de potência.....225

CAPÍTULO 6.....226
6. Associação de Indutores.....226
6.1. Indutância.....226
6.2. Cálculo do Coeficiente de Autoindutância.....226
6.3. Associação de Indutância.....227

CAPÍTULO 7 229
7. Associação de Capacitores 229
7.1. Capacitor e capacitância. 229
7.2. Associação de capacitores 230
7.3. Rigidez dielétrica. 233
TABELAS 234

ÍNDICE DE FIGURAS

CAPÍTULO 1

FIGURA 01 171
FIGURA 02 172
FIGURA 03 172

CAPÍTULO 2

FIGURA 04 177
FIGURA 05 177
FIGURA 06 178

CAPÍTULO 3

FIGURA 07 182

CAPÍTULO 4

FIGURA 08 185
FIGURA 09 186
FIGURA 10 187
FIGURA 11 188
FIGURA 12 188
FIGURA 13 189
FIGURA 14 191
FIGURA 15 191
FIGURA 16 192
FIGURA 17 195
FIGURA 18 196
FIGURA 19 196
FIGURA 20 197
FIGURA 21 198
FIGURA 22 205
FIGURA 23 205
FIGURA 24 206
FIGURA 25 206
FIGURA 26 206
FIGURA 27 208
FIGURA 28 210
FIGURA 29 211

FIGURA 30 211
FIGURA 31 212
FIGURA 32 212
FIGURA 33 213
FIGURA 34 213
FIGURA 35 215
FIGURA 36 216
FIGURA 37 216
FIGURA 38 218
FIGURA 39 218
FIGURA 40 219
FIGURA 41 220
FIGURA 42 221
FIGURA 43 221
FIGURA 44 222

CAPÍTULO 5

FIGURA 45 223
FIGURA 46 224
FIGURA 47 225
FIGURA 48 225

CAPÍTULO 6

FIGURA 49 227
FIGURA 50 228

CAPÍTULO 7

FIGURA 51 230
FIGURA 52 232
FIGURA 53 233

CAPÍTULO 1

1. Constituição da Matéria / Carga Elétrica.

1.1. Matéria

É algo que possui massa e ocupa lugar no espaço. Toda a matéria é constituída por partículas menores chamada de *ÁTOMO*. Toda matéria pode ser classifica em qualquer um desses dois grupos: *ELEMENTOS* ou *COMPOSTOS*. Num elemento, todos os átomos são iguais, como exemplos têm: Alumínio, Cobre, Carbono, Silício e o Germânio. Um composto é formado por uma combinação de elementos, como exemplos têm: Água, Borracha, Plástico e Madeira. A menor partícula de qualquer composto que mantém as características originais deste composto é chamada de: *MOLÉCULA*.

1.1.1. Átomo

É a menor partícula de uma molécula de um Composto e é a menor partícula de um Elemento. O Átomo é composto por partículas chamadas de Partículas Subatômicas, pois fazem parte do átomo e são ainda menores que o átomo. A princípio, em nossos estudos, vamos conhecer três, de vários outras, partículas subatômicas, que são: no núcleo, *PRÓTON* e *NEUTRÔN*, em volta do núcleo, o *ELÉTRON*.

1.1.2. Característica do Átomo

As características do átomo é o princípio fundamental da eletricidade, pois neste elemento está toda ferramenta necessária para que haja a luz, as máquinas elétricas e os componentes eletrônicos. O átomo é um elemento composto por três subelementos básicos, que são: *PRÓTON*, *NÊUTRON* e *ELÉTRON*, como já mencionado acima.

Próton, este de carga positiva e possui a maior massa do átomo.

Nêutron, este de carga neutra, quer dizer, não possui carga e sua massa é semelhante ao do próton e juntos é o Número de Massa do átomo. Estes dois subelementos combinados formam o núcleo do átomo e o seu Peso Atômico do átomo.

Elétron, este de carga negativa e possui uma massa pequena, pois o próton é 2000 vezes mais pesado que ele. O elétron é o subelemento que fica girando em volta do núcleo em órbitas concêntricas. Um átomo com todas as suas órbitas, possui um total de sete órbitas ou camadas e estas sete órbitas são também chamadas de *ELETROSFERA*.

De acordo com cada átomo, o número de órbitas pode variar de uma a sete camadas ou órbitas. Cada órbita possui um número finito de elétrons, chamada de *COTA*. As órbitas são classificadas

em letras maiúsculas contadas de dentro para foras, que são: *K*, *L*, *M*, *N*, *O*, *P* e *Q*. Sendo a camada *K* a mais interna e a camada *Q* a mais externa. Cada elemento tem o seu número específico de órbitas. Por exemplo, o átomo de Hidrogênio possui somente um elétron em sua órbita, desta forma este átomo possui somente uma órbita e um próton em seu núcleo. Já o átomo de Hélio possui dois elétrons, mas somente uma órbita e em seu núcleo, dois prótons e dois nêutrons. O átomo de Silício possui três órbitas, quatorze elétrons distribuídos de forma específica em cada órbita, sendo dois elétrons na camada *K*, oito na camada *L* e quatro na camada *M* e quatorze prótons e nêutrons no núcleo. O Cobre possui quatro camadas, vinte nove elétrons distribuídos especificamente em cada camada, sendo dois na camada *K*, oito na camada *L*, dezoito na camada *M* e um na camada *N*.

A camada mais externa possui o nome de *CAMADA DE VALÊNCIA*. Esta camada possui este nome pelo fato de cada átomo possuir um número possível de elementos para combinar com outros átomos. Por exemplo: o Hidrogênio possui a valência igual 1, o Hélio igual 2, o Silício igual a 4 e o Cobre igual a 1 ou 2. Este número de valência tem haver com o número de elétrons contido na última camada, por isto que a última camada é chamada de Camada de Valência. Outro detalha importante é que átomos com oito elétrons na camada de valência são átomos estáveis.

Somente os átomos da coluna de gás nobres pertencentes na tabela periódica, são átomos estáveis, pois possui oito elétrons na camada de valência. Cada camada possui um número máximo possível de elétrons, veja a tabela abaixo:

Nível de energia	Camada	Número Maximo de elétrons
1º	K	2
2º	L	8
3º	M	18
4º	N	32
5º	O	32
6º	P	18
7º	Q	2 (Pode chegar a oito)

Os elementos e os compostos são criados a partir da característica da camada ou órbita de valência. Pois os átomos são combinados através de duas ligações com referência à forma como os elétrons da camada de valência se comportam. Quando há uma combinação de dois átomos e os seus elétrons de valência (Elétrons da última camada do átomo) são compartilhados, ou seja, cada átomo utiliza os elétrons da camada de valência do outro para se estabilizar e terem na sua última camada oito elétrons. Este tipo de ligação é chamado de *COVALÊNCIA*. Quando os elétrons de valência não são compartilhados e sim doados ou recebidos definitivamente, esta ligação é chamada de *ELETROVALÊNCIA*. Temos como exemplo a formação do Cloreto de Sódio (*NaCl*), o sal de cozinha, há uma ligação Eletrovalente do átomo do Cloro (*Cl*) com o átomo Sódio (Na) e na formação do cristal de Silício (*Si*) há uma ligação Covalente entre os átomos do Silício, todos buscando a sua estabilidade, compartilhando os elétrons um do outro, para terem oito elétrons na camada de valência.

Portanto é nesta capacidade de receber ou doar elétrons que temos os elementos ou compostos conhecido e é nisto está à base da eletricidade e da eletrônica.

1.1.3. Carga do Átomo

Como já foi dito, toda matéria é constituído por átomos e estes são constituídos por vários outros subelementos, mas o nosso interesse é por três deles, que são, no núcleo, o Próton e Nêutron e em volta do núcleo girando em órbitas elípticas, os Elétrons, este, porém, é principal subelemento e todo o nosso estudo vai ser sobre ele. A carga de um elétron ou de um próton é uma constante e possui um valor de: ***e*** = $1{,}6 \times 10^{-19}$ *Coulomb*. Esta constante foi nomeada de "Carga Elétrica Elementar" e o seu símbolo é a letra minúscula ***"e"***. A carga do Nêutron é quase nula, pois vale $-0{,}4\ (\pm 1{,}1) \times 10^{-21}$ *Coulomb*.

1.2. Carga Elétrica

Como foi dito, certos átomos possuem a capacidade de ceder e outros de receber elétrons, desta forma é possível produzir uma transferência de elétrons de um corpo para outro. Quando isto ocorre, um corpo possui excesso de elétrons e a sua carga terá a polaridade negativa (-). O outro corpo terá excesso de prótons e a sua carga terá a polaridade positiva (+). Quando dois corpos possuem a mesma carga, ou seja, ambas positivas (+) ou ambas negativas (-), diz-se que os corpos possuem cargas iguais e quando estão próximos, há um afastamento entre os corpos. Quando dois corpos possuem cargas diferentes, ou seja, um corpo negativo (-) e o outro positivo (+), diz-se que eles

possuem cargas desiguais ou opostas e quando estão próximos, há uma aproximação entre os corpos. Então podemos enunciar que cargas iguais se repelem, cargas opostas se atraem.

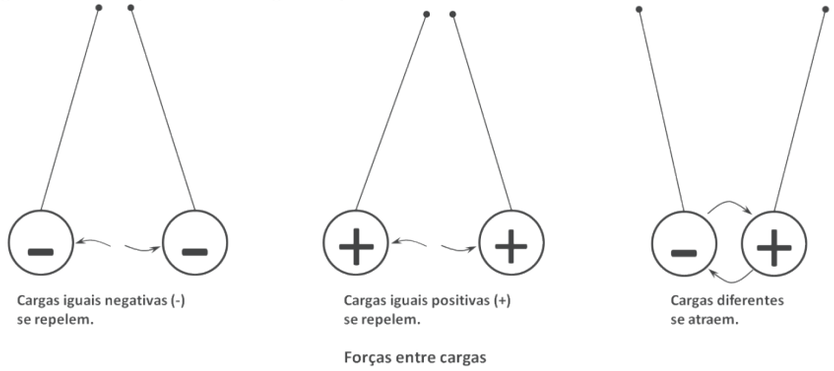


FIGURA 01

Normalmente um átomo possui elétrons em quantidade igual à dos prótons em seu núcleo. Quando um átomo perde ou recebe elétrons ele se torna em *ÍONS* → Átomos carregados de eletricidade. Então quando o átomo ficar com falta de elétron, se torna um *ÍON POSITIVO* ou *CATÍON* e se ficar com excesso de elétron, se torna um *ÍON NEGATIVO – ANÍON*.

1.3. Coulomb

É a quantidade de carga elétrica que um corpo possui e é determinada pela diferença entre o número de prótons e o número de elétrons que o corpo contém. A letra maiúscula "Q" é o símbolo que representa a quantidade de carga elétrica e sua unidade é Coulomb (*C*). A unidade "Coulomb" é em homenagem ao físico Francês Charles Augustin Coulomb (1736-1806). Dizemos que um corpo possui –*Q* (menos Q), significa que o corpo contém uma carga de $6{,}25 \times 10^{18}$ mais elétrons do que prótons e dizemos que um corpo possui +*Q* (mais Q), significa que o corpo contém uma carga de $6{,}25 \times 10^{18}$ mais prótons do que elétrons.

1.4. Campo elétrico de força

É o espaço entre corpos carregados e em torno deles no qual sua influência é sentida. Campo eletrostático e campo dielétrico são outros nomes usados para denominar essa região de força. Uma característica da carga elétrica é a sua capacidade de exercer força e esta força está presente no campo eletrostático que envolve cada corpo carregado. Esta força ou campo eletrostático é representado por linhas de força desenhada entre os dois corpos. Estas linhas são imaginárias e representa a direção e grandeza do campo. Por conversão, as linhas do campo eletrostático são representadas sempre saindo da carga positiva e entrando na carga negativa.

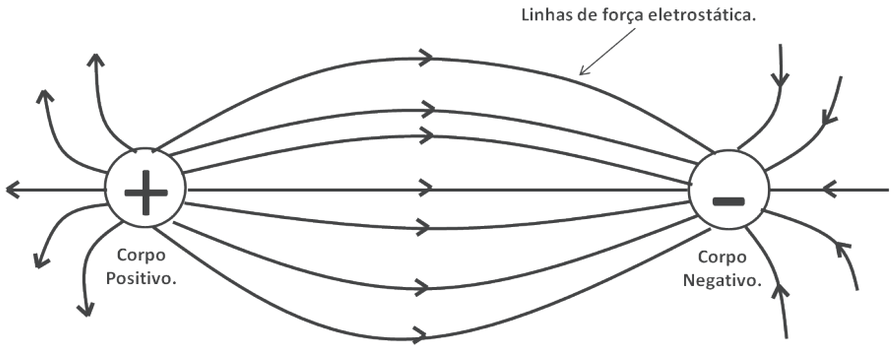


FIGURA 02

Campo eletrostático entre duas cargas de polaridade opostas.

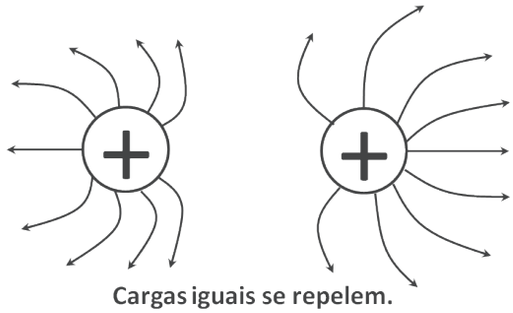


FIGURA 03

CAPÍTULO 2

2. Conceitos fundamentais da eletricidade.

2.1. Diferença de potencial – *DDP*.

Em virtude da força do seu campo eletrostático, uma carga elétrica pode realizar trabalho ao deslocar outra carga por atração ou repulsão. A capacidade de uma carga realizar trabalho é chamada de *POTÊNCIAL*. Quando duas cargas elétricas estiverem diferentes, haverá uma diferença de potencial entre elas.

Chamamos de *FORÇA ELETROMOTRIZ* (*FEM*), a soma das diferenças de potencial de todas as cargas presentes no campo eletrostático. Então FEM ou tensão elétrica é definida como a força, ou pressão elétrica, capaz de movimentar elétrons, por atração ou repulsão, ordenadamente por um condutor.

A unidade fundamental de diferença de potencial é o *VOLTS (V)*, em homenagem ao físico italiano Alessandro **Volta** (1745 1827), inventor da pilha elétrica. O símbolo utilizado para representar a diferença de potencial é a letra "*V*" maiúscula.

Podemos também utilizar o nome, Diferença de Potencial *(DDP)*, Tensão Elétrica *(E)* ou Força Eletromotriz *(FEM)* e alguns usam inadequadamente a expressão *Voltagem*. Representamos a Tensão Elétrica (*E*), *DDP* (Diferença de Potencial) ou Força Eletromotriz (*FEM*) com as letras maiúsculas *V*, *E* ou *U*. Queda de tensão, pressão elétrica ou queda de potencial são outras formas de expressar *DDP* em circuitos eletroeletrônico.

Temos seis métodos primários para produção de *DDP*, alguns são mais utilizados que outros.

2.1.1. FRICÇÃO

DDP produzida friccionando-se dois materiais.

2.1.2. PRESSÃO

(Piezo eletricidade) – *DDP* produzida por pressão mecânica exercida sobre os cristais de certas substâncias.

2.1.3. CALOR

(Termoeletricidade) – *DDP* produzida pelo aquecimento da união (junção) de dois materiais, onde dois metais diferentes são postos em contato.

2.1.4. LUZ

(Foto eletricidade) – *DDP* produzida fazendo incidir luz sobre substâncias fotos sensitivas.

2.1.5. AÇÃO QUÍMICA

DDP produzida por reação química em uma célula de bateria.

2.1.6. MAGNETISMO

DDP produzida em um condutor quando o mesmo se move dentro de um campo magnético, ou quando um campo magnético se move em relação ao citado condutor, de tal maneira que ele corte as linhas do campo magnético.

2.2. Intensidade de corrente elétrica.

Determinados materiais, quando são submetidos a uma fonte de força eletromotriz *(FEM)*, permitem uma movimentação sistemática de elétrons de um átomo a outro, e é este fenômeno que é denominado de Corrente Elétrica ou Intensidade de Corrente Elétrica.

Pode-se dizer, então que cargas elétricas em movimento ordenado formam a corrente elétrica, ou seja, corrente elétrica é o fluxo de elétrons em um meio condutor. A corrente elétrica é representada pela letra maiúscula *"I"* e sua unidade fundamental é o Ampére (*A*), em homenagem ao físico francês André-Marie **Ampére** (1775 1836).

Define-se um Ampére (*1A*) como sendo deslocamento de uma carga elétrica de 1C = $6{,}25\times10^{18}$ elétrons através de um condutor durante um intervalo de tempo de um segundo (*1s*). A unidade equivalente a $6{,}28 \times 10^{18}$ elétrons é denominada *COULOMB (C)*, em homenagem ao engenheiro militar francês Charles Augustin **Coulomb**, que estudou as leis da atração e repulsão eletrostática. O Coulomb está para a eletricidade assim como o litro está para a água. O símbolo para a carga elétrica Coulomb é a letra maiúscula *"Q"*. A definição matemática da intensidade de corrente elétrica é dada pela quantidade de carga elétrica fluindo por um condutor, dividido pelo tempo gasto em segundos, pelo fluxo de elétrons no condutor, sendo assim:

$$I = \frac{Q}{t}$$

Onde:

I = corrente elétrica em ampère; Q = carga em Coulomb; t = tempo em segundos.

Por exemplo, se uma corrente elétrica de *2A* fluir em circuito fechado durante um tempo de *10* segundos, a quantidade de eletricidade (Carga elétrica) deslocada no circuito é de *2 x 10* ou *20* coulombs ou $20 \times 6{,}28 \times 10^{18}$ elétrons, ou seja, *20* coulombs equivale a $125{,}6 \times 10^{18}$ elétrons em dez segundos. Desta forma, a corrente pode ser expressa em termos de coulombs e o tempo em segundos, assim, *20* coulombs se desloca em um circuito no tempo de *10* segundos, a corrente será de *20/10* ou *2* ampéres. Uma corrente de *2* ampéres é equivalente ao fluxo de *2* coulombs por segundo e também uma corrente de *100* ampéres é equivalente ao fluxo de *100* coulombs por segundo.

2.3. Resistência.

Todos os materiais oferecem certa resistência ou oposição à passagem da corrente elétrica, ou melhor, oferecem uma resistência ao fluxo de elétrons pelo material. Bons condutores, tais como Cobre, Prata ou Alumínio, oferecem pouquíssima resistência. Condutores pobres ou isolantes, tais como vidro, a madeira e o papel, oferecem alta resistência ao fluxo de corrente.

O tamanho e o tipo do material que são fabricados os condutores possuem influência direta na resistência do material. Quanto menor o diâmetro do condutor, maior a resistência, ao contrário, quanto maior o diâmetro, menor a resistência do condutor. Também, quanto maior o comprimento do condutor maior a sua resistência e quanto menor o comprimento, menos a sua resistência. Desta forma a resistência dos condutores depende do comprimento, do diâmetro e do material que são fabricados. A temperatura também afeta a resistência dos condutores elétricos.

Na maioria dos condutores, como Cobre, Alumínio e Ferro, a resistência aumenta com o aumento da temperatura. O carbono é uma exceção, a sua resistência ôhmica diminui com o aumento da temperatura. Outras ligas de metais, tais como o Manganês e o Constantan, têm uma resistência que não se altera com a variação da temperatura.

A resistência em circuitos eletroeletrônicos é expressa pela letra maiúscula *"R"* e sua medida é dada em *Ohm*, em homenagem ao filósofo alemão Georg Simon **Ohm**, que demonstrou a relação proporcional entre a resistência elétrica, a tensão aplicada e a corrente elétrica, presente no circuito elétrico. Define-se um *OHM (Ω)* como a quantidade de resistência que limita a corrente *(I)* a um ampére *(A)* quando a tensão *(E)* aplicada for de um *Volt (V)*.

Componentes elétricos fabricados com o único intuito de limitar o fluxo de corrente elétrica são chamados de *RESISTORES*. A classificação do resistor é dada pela quantidade de resistência elétrica e a potência de dissipação, ou sua capacidade de dissipar o calor gerado, quando uma corrente elétrica passar por ele. São fabricados resistores fixos e variáveis. Os resistores fixos podem ser de carbono ou de fio enrolado. Os resistores de carbono são para menores de potências e o seu tamanho é proporcional a sua capacidade de dissipar o calor gerado, maior tamanho, maior potência de dissipação. Os resistores de fio são para maiores potências e o seu tamanho é também proporcional a sua potência elétrica de dissipação. Os resistores variáveis são utilizados para variar ou mudar o valor da resistência de um circuito elétrico de acordo com o usuário e desta forma a quantidade de elétrons presentes no sistema. O volume de um som é alterado através de um tipo de potenciômetro. Os resistores variáveis são chamados de *POTENCIÔMETRO* ou *REOSTATOS*. Os potenciômetros geralmentes possuem o elemento resistivo formado por carbono, enquanto nos reostatos ele é constituído por fios enrolados em um material isolante. Nas duas modalidades, o contato com o elemento resistivo fixo é feito através de um braço deslizante. À medida que o braço deslizante gira ou é arrastado, o seu ponto de contato com elemento resistivo muda, variando assim, a resistência entre o terminal do braço move e os terminais da resistência fixa.

2.4. Condutância.

A eletricidade é um estudo que frequentemente é explicado em termos de opostos. O termo exatamente oposto à resistência é a condutância. A condutância (G) refere-se à facilidade de um material de deixar passar elétrons ou a facilidade que os elétrons têm em deslocar através de um material qualquer, desta forma a condutância (G) é o oposto a resistência (R).

A unidade de condutância é o Siemens (S) em homenagem ao inventor e industrial alemão Ernsts Werner Von Siemens (1816 1892). A medida Condutância é utilizada em sistemas puramente resistivos. Esta unidade "Siemens" é dada a outra grandeza semelhante à ***Condutância (G)***, ***a Susceptância (B)***, mas esta inclui em seus cálculos, não somente, os componentes resistivos, mas os componentes indutivos e capacitivos. Estas três grandezas juntas com parâmetros impeditivos do fluxo da corrente elétrica em um condutor, é chamada de ***Impedância***. De acordo com a definição de condutância:

$$G = \frac{1}{R} \text{ ou } \quad G = \frac{I}{E}$$

2.4.1. Sentido da Corrente Elétrica.

Neste capítulo, descrevemos que corrente elétrica, é o movimento dos elétrons em um meio condutor e, portanto, consideraremos sempre o sentido do fluxo de elétrons como sendo o sentido da corrente elétrica. Entretanto, este é um assunto que, em virtude de uma simples questão de denominação, traz dificuldades ao estudante, apesar de nada ter de dificuldade ou complexo. Isto porque, antes de adquirir os conhecimentos atuais sobre a constituição da matéria, o homem já fazia uso da eletricidade e suas consequências e dizia que "algo" percorria os condutores, tendo chamado este fenômeno de corrente elétrica e arbitrado um sentido para a mesma.

Com o conhecimento dos elétrons, verificou que eram eles que se movimentavam nos condutores e produziam os efeitos atribuídos aquele "algo". Havia, porém, um imprevisto: o sentido do movimento dos elétrons não era o mesmo que havia sido convencionado (arbitrado) para chamada corrente elétrica, na época.

Teria sido muito simples mudar o sentido da corrente até então adotado, e considerar a corrente elétrica e o fluxo de elétrons como uma única coisa. Contudo, dois grupos se constituíram: um deles de acordo com o ponto de vista que abraçamos e o outro considerando corrente elétrica e fluxo de elétrons duas coisas distintas e de sentido opostos. Desta forma foram mantidas as duas opiniões e quando o sentido da corrente elétrica é considerado igual ao dos elétrons, fala-se em *SENTIDO ELETRÔNICO* ou *REAL*. Quando se admite que o sentido da corrente elétrica seja oposto ao do movimento dos elétrons, fala-se em *SENTIDO CONVENCIONAL* ou *CLÁSSICO*.

Mas, em que consiste essa corrente de sentido oposto ao fluxo de elétrons?

Na realidade, nada está se movimentando no condutor ao contrário dos elétrons, o sentido convencional, hoje em dia, exprime apenas o sentido que teria uma corrente elétrica, se fosse constituída por cargas positivas em movimentos no condutor. Nos terminais de certos geradores e aparelhos eletroeletrônicos recebem os sinais (-) e (+) para que se saiba de onde saem os elétrons (-) e para onde se dirigem (+), conforme convenção a que nos referimos na seção deste capítulo. Com o que foi exposto, indica-se a corrente elétrica saindo do negativo para o positivo do gerador, quando se trabalha com o *Sentido Eletrônico ou Real* e se o sentido utilizado é o *Convencional*, a corrente é indicada saindo do terminal positivo para o terminal negativo do gerador. É importante resaltar que tudo é apenas uma questão de denominação, porque não há divergência entre os dois grupos no que se refere ao sentido do movimento dos elétrons. Abaixo temos duas figuras que resume todas as nossas observações.

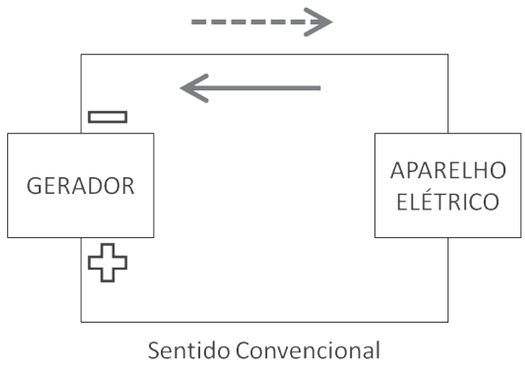


FIGURA 04

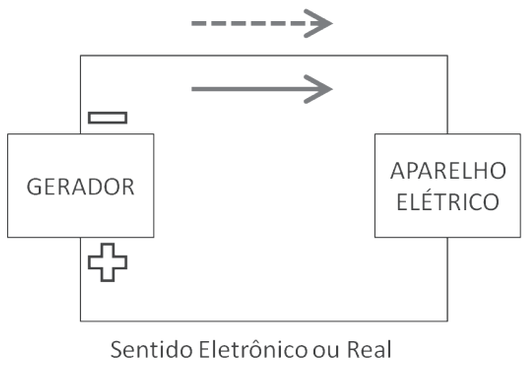


FIGURA 05

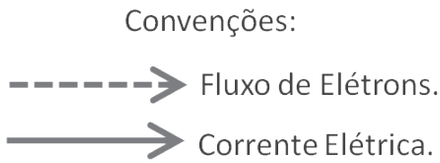


FIGURA 06

2.4.2. Tipo de Corrente Elétrica.

Há dois tipos de corrente elétrica: Corrente contínua (*CC* ou *DC*) e Corrente Alternada (*CA* ou *AC*).

Sabemos que uma corrente elétrica num condutor sólido é um fluxo de elétrons. Quando ligamos um aparelho elétrico a uma fonte de eletricidade, e os elétrons que percorrem o aparelho saem sempre do mesmo terminal do gerador, dizemos que a corrente é continua, isto é, tem sempre o mesmo sentido. Neste caso, a fonte é um Gerador de Corrente Contínua. O gerador de Corrente Alternada é aquela de onde os elétrons saem, ora de um terminal ora do outro. Consequentemente, os elétrons ficam num vai e vem no circuito, durante algum tempo, um terminal é negativo em relação ao outro e, logo a seguir, o inverso acontece. Esta mudança de sentido é normalmente periódica, variando, de acordo com o gerador, o número de vezes por segundo em que há mudança no sentido da corrente. Em nossas residências, seja 110V ou 220V, a corrente é alternada e varia ou sua frequência é de 60Hz, isto quer dizer 60 ciclos por segundo.

2.5. Potência elétrica.

Sabemos que está sendo realizado um trabalho, toda vez que um corpo se movimenta.

Quando unimos com um condutor dois pontos entre os quais existe uma DDP, e nele se estabelece uma corrente elétrica, que é constituída por elétrons em movimento, estamos evidentemente realizando um trabalho que, pela sua natureza, é denominado *TRABALHO ELÉTRICO*. Uma grandeza que depende diretamente de duas outras, depende também do produto delas, o que nos permite escrever que:

$$\boldsymbol{W = E.Q}$$

W = Trabalho elétrico.
E = Tensão elétrica.
Q = Carga elétrica.

O trabalho realizado para transportar Um Coulomb de um ponto a outro, entre os quais existe uma *DDP* de Um *Volts*, é o que chamamos de Um

Joule (*J*), em homenagem ao físico britânico *James Prescott Joule* (1818 1889).
1 Joule = 1 Volts x 1 Coulomb =>

$$\boldsymbol{W = E.Q}$$

Da equação acima, podemos elaborar outras fórmulas úteis no cálculo do Trabalho Elétrico:

$$\boldsymbol{Q = I.t}$$

Portanto:

$$\boldsymbol{W = E.I.t}$$

W = em Joule (*J*).
E = em Volts (*V*).
I = em Ampére (*A*).
t = em Segundos (*s*).
Energia elétrica é a capacidade de produzir trabalho. Quando dizemos que uma pilha elétrica tem energia, isto significa que ela é capaz de produzir um trabalho elétrico num condutor ligado aos seus terminais, se a pilha, depois de algum tempo de uso, não puder produzir uma corrente em um condutor, dizemos que ela não tem mais energia, ou seja, não é mais capaz de realizar trabalho. Então podemos afirmar que se o corpo só tem energia enquanto pode realizar trabalho, é evidente que o máximo de trabalho que ele poderá efetuar corresponde ao máximo de energia que possui, isto é, o trabalho que é realizado sempre corresponde a certa quantidade de energia gasta. Em face do exposto, designamos a Energia gasta com as mesmas unidades de Trabalho Elétrico e utilizamos as mesmas equações para calcular o Trabalho realizado e a Energia consumida.
Potência Elétrica é a rapidez com que se gera energia, ou a rapidez com que se produz trabalho. Podemos dizer também que é a energia gasta na unidade de tempo. Sob a forma de equação, a Potência Elétrica é calculada:

$$P = \frac{W}{t}$$

W = energia em Joule (*J*).
t = tempo em segundos (*s*).
P = potência em Joule / Segundos (*J/s*).
A unidade Joule / segundo é conhecida também como *WATT* (*W*) (Em homenagem ao engenheiro escocês James **Watt** (1736 – 1819), que atuou de forma significativa na melhoria do desempenho das máquinas a vapor). Então *Watt* é a potência quando está sendo realizado um trabalho de *1 Joule* em cada *Segundo*.

Assim, se uma determinada máquina fizesse um trabalho de *30 Joule* em *10 segundos*, teria gasto energia de *3 Joules* por segundo, e, portanto seria de *3 Watts* ou *3W*.
Como vimos, a potência elétrica é:

$$\boldsymbol{P = \frac{W}{t}}$$

Como:

$$\boldsymbol{W = E.I.t = I^2.R.t} \qquad \boldsymbol{= \frac{t.E^2}{R}}$$

A potência elétrica pode ser determinada também com as seguintes equações:

$$\boldsymbol{P = E.I}$$

$$\boldsymbol{P = \frac{E^2}{R}}$$

$$\boldsymbol{P = I^2.R}$$

P = em Watt (*W*).

E = em Volts (*V*).

I = em Ampére (*A*).

R = em Ohms (*Ω*).

2.5.1. Energia Elétrica Consumida.

Quanto maior o trabalho a ser realizado, maior a quantidade de energia necessária. Da mesma maneira, quanto mais tempo um equipamento elétrico funcionar, mais energia será consumida. Para calcular a quantidade de energia consumida, as concessionárias locais utilizam a unidade Quilowatt-hora (*kWh*). Para calcular a energia consumida na unidade do tempo é preciso levar em consideração a potência e o tempo de funcionamento do equipamento. A energia elétrica é calculada a partir do produto da potência em quilowatts (*kW*) pelo tempo, em horas (*h*), durante o qual a potência elétrica é consumida. O cálculo é feito pela seguinte fórmula:

$$\boldsymbol{En = P.t}$$

Em que:
En = Energia elétrica consumida (ou fornecida) em *kWh*.
P = Potência elétrica do equipamento em *kW*.
t = Tempo em horas.

2.5.2. Cavalo-Vapor / Horse-power

Um motor é um dispositivo que converte potência elétrica em potência mecânica num eixo em rotação. A potência elétrica fornecida ao motor é medida em *WATT* ou em quilowatt. A energia mecânica liberada por um motor é medida em *Cavalo-Vapor* (*CV*) ou *HP*, diretamente do inglês "*Horse Power*". Para conversão entre as unidades *CV/HP* para *Watt* há uma pequena variação de equivalência. Um cavalo-vapor é equivalente a *736W* e um *HP* é equivalente a *746W* de potência elétrica. No sistema métrico internacional a unidade *CV* não é reconhecida, então, em nossos estudos vamos utilizar a unidade *HP* na indicação de potência mecânica, ou seja, *1HP*, em energia mecânica é igual a *746W,* em energia elétrica.

CAPÍTULO 3

3. Lei de Ohm

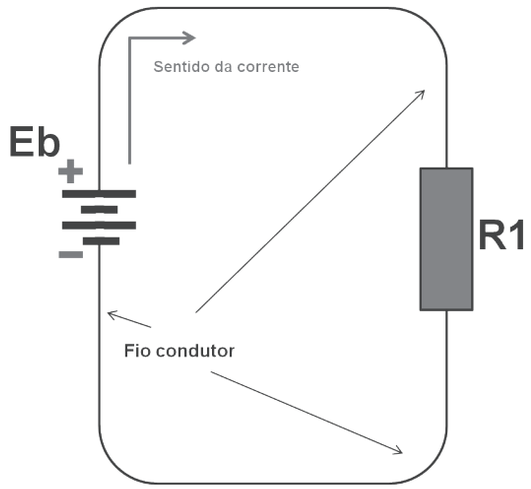
3.1. Circuito elétrico.

Sempre que duas cargas diferentes são ligadas por meio de um condutor é completado o circuito para o fluxo de corente. O circuito elétrico é um caminho condutivo completo que não consiste tão somente do condutor e carga, mas inclui, também, o percurso interno da fonte de tensão. Um circuito elétrico pode ser representado por um esquema, este é um diagrama no qual são usados símbolos para representar os vários componentes elétricos. Esses símbolos são usados com o propósito de facilitar o desenho, sua compreensão e sua aplicação em campo.

Um diagrama esquemático do circuito básico é mostrado na figura abaixo. A bateria é identificada pelas letras símbolos "*Eb"*, a lâmpada no circuito é identificada "*R1"*, pois na realidade o filamento da lâmpada não deixa de ser um fio resistor. No estudo dos sistemas eletroeletrônicos, muitos sistemas analisados consistem principalmente de componentes resistivos especialmente projetados. Para efeito de analise, o componente resistivo será um resistor físico. Entretanto, o componente resistivo poderia ser qualquer um dos muitos dispositivos elétricos encontrados no mercado ou, por ainda a serem fabricados.

Uma volta fechada de um fio não é, propriamente, um circuito, uma fonte de tensão *(Eb)* deve ser incluída e uma carga *(R1)* para completar o circuito elétrico.

Em qualquer circuito elétrico onde elétrons se movem, em uma volta fechada, estão presentes: corrente, tensão e resistência elétrica. O percurso físico para o deslocamento da corrente é o que, efetivamente, se chama O *CIRCUITO*. Sua resistência controla a quantidade de corrente elétrica que flui no circuito. Conhecendo-se duas das três quantidades, tais com a tensão e a corrente, a terceira (resistência), pode ser determinada matematicamente mediante a aplicação da Lei de Ohm.



Circuito elétrico

FIGURA 07

3.2. Leis de Ohm.

No século XIX, um filósofo alemão, Georg Simon **Ohm** (1789 1854) estudou as relações entre a tensão (*E*), a intensidade de uma corrente elétrica (*I*) e a resistência elétrica (*R*), e chegou à seguinte conclusão conhecida como Lei de *OHM*:

"A intensidade da corrente elétrica num condutor é diretamente proporcional à força eletromotriz, chamada, também de tensão ou pressão elétrica e inversamente proporcional à sua resistência." Mais tarde, este enunciado foi colocado como a 1ª Lei de Ohm.

Em outras palavras: se mantivermos constante a resistência elétrica, a intensidade da corrente aumentará se a tensão aumentar, e diminuirá se a tensão diminuir, proporcionalmente. Se a tensão for mantida constante, a intensidade da corrente decrescerá se a resistência aumentar, e crescerá se a resistência for reduzida.

A equação que corresponde à Lei de *Ohm* é dada por:

$$\boldsymbol{I = \frac{E}{R}}$$

I = Intensidade da corrente elétrica, unidade Ampére (*A*).
E = Tensão elétrica, unidade Volts (*V*).
R = Resistência elétrica, unidade Ohms (*Ω*).
Da expressão acima, podemos deduzir que:

$$\boldsymbol{E = I.R}$$

$$\boldsymbol{R = \frac{E}{I}}$$

É bom observar que nunca se deve concluir, porém, ao observar as expressões acima, que a resistência é diretamente proporcional à tensão e inversamente proporcional à intensidade da corrente. Como veremos adiante, a resistência elétrica de um corpo depende de características físicas dele e da temperatura ambiente. Quanto à tensão, é bom lembrar que é *CAUSA* e não *EFEITO*, ao contrário da intensidade da corrente.

Ohm estudou e formulou outra lei, relacionando a resistência ao fluxo de elétrons nos materiais condutores e não condutores. Ela foi chamada de 2ª Lei de Ohm e relaciona a resistência elétrica do condutor, o tipo de material que é feito os condutores, chamada de Resistividade Elétrica, cujo símbolo é a letra grega rô (*ρ*) e sua unidade é Ohm.metros *(Ω.m)*, o comprimento (*ℓ*) em metros (*m*) e a seção transversal (*A*) do condutor em cm^2. Esta relação nos mostra a seguinte fórmula matemática:

$$R = \frac{\ell . \rho}{A}$$

R = Resistência elétrica, em Ohm (*Ω*).
ℓ = Comprimento do condutor, em metros (*m*).
ρ = Resistividade elétrica em Ohm.metro (*Ω.m*).
A = Seção transversal do condutor, em centímetros quadrados (cm^2).

CAPÍTULO 4

4. Análise de Circuito.

4.1. Regras para estudo e análise de circuitos *CC*.

- A corrente que flui em um circuito série é a mesma em todos os componente composto no ramo.
- A resistência total ou equivalente de um circuito série é igual à soma das resistências individuais.
- A tensão total através do circuito série é igual à soma das quedas individuais de tensão de cada componente.
- A queda de tensão em um resistor no circuito série é proporcional ao seu valor resistivo.
- A potência total dissipada em um circuito série ou paralela é igual à soma das potências individuais dissipadas.
- A corrente que flui em um circuito paralelo é dividida em todos os ramos, proporcional ao valor de cada componente ou o conjunto deles, presentes nos ramos.
- A tensão, da fonte, aplicada em um circuito paralelo é igual em todos os ramos do circuito.
- A resistência total em um circuito paralelo, devido à Lei de *Ohm*, é igual ao inverso das somas dos inversos das resistências parciais, ou, “A recíproca da soma das recíprocas”.

4.2. Ramo, Nó e Malha.

Um circuito elétrico é um conjunto de ramos, nós ou junção e malhas, não importando como é a sua configuração. Para o nosso estudo e análise de um circuito elétrico é muito importante o completo conhecimento e entendimento destes três pontos ou partes do circuito elétrico.

Um ramos ou braço em um circuito elétrico é um componente usado para um ou um grupo de componentes que transporta a mesma corrente – componentes em séries. Este braço é parte deste circuito limitado entre dois nós consecutivos, especialmente quando os componentes são do mesmo tipo.

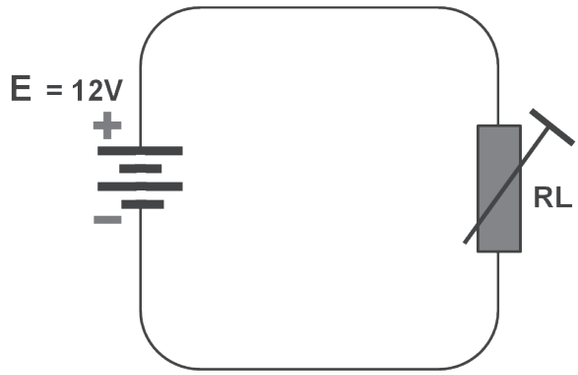
Um nodo, nó ou junção é um ponto de conexão entre três ou mais ramos ou braços. No diagrama de um circuito, um nodo é, às vezes, indicado por um ponto que pode ser um ponto de solda no circuito real, ou todos os fios conectados ao ponto. Em resumo, ele engloba todos os pontos que estão ao mesmo potencial. Se um curto-circuito conectar dois nodos, estes dois nodos serão equivalentes, se de fato são, apenas um único nodo, mesmo se forem mostrados dois pontos, pois os dois pontos, possui o mesmo potencial.

Malha ou Circuito fechado é qualquer trajeto num circuito elétrico que não esteja aberto. Uma malha ou circuito fechado é um circuito que não tem um trajeto aberto em seu interior ou qualquer parte de um circuito elétrico cujos ramos formam um caminho fechado para a corrente elétrica.

4.3. Fonte de tensão – Divisor de corrente.

Para qualquer circuito eletrônico funcionar, deve haver uma fonte de energia. Uma fonte de energia pode ser uma fonte de tensão ou uma fonte de corrente.

Fonte de Tensão Ideal: Uma fonte de tensão perfeita ou ideal produz uma tensão de saída constante. O exemplo mais simples de uma fonte de tensão ideal é uma bateria perfeita, aquela que tem resistência interna zero. A nossa figura mostra uma resistência de carga variável (reostato). A fonte de tensão *(E)* ideal produzirá sempre 12V sobre a resistência de carga *(RL)*, independente do valor ajustado. Portanto, a tensão na carga é constante; apenas a corrente na carga muda.



Fonte de Tensão

FIGURA 08

Fonte de Tensão Real: Uma fonte de tensão ideal existe apenas como um dispositivo teórico. Suponha que a resistência de carga da figura acima se aproxime de zero; então, a corrente na carga iria aproximar do infinito. Não existe uma fonte de tensão real capaz de produzir uma corrente infinita, pois toda fonte real possui alguma resistência interna. A corrente de carga circula também pela resistência interna da fonte de tensão. Por isto, alguma queda de tensão deve ocorrer na resistência interna da fonte de tensão. Isso significa que a tensão na carga é sempre menor que a tensão ideal. Quando a resistência da carga é grande, comparada com a resistência da fonte, a tensão na resistência da fonte é tão pequena que mal a observamos.

Fonte de tensão Quase Ideal: Em nossos estudos, desprezaremos a resistência interna da fonte quando ela for menor que 100 vezes a resistência da carga. $Rs < 0,01RL$.

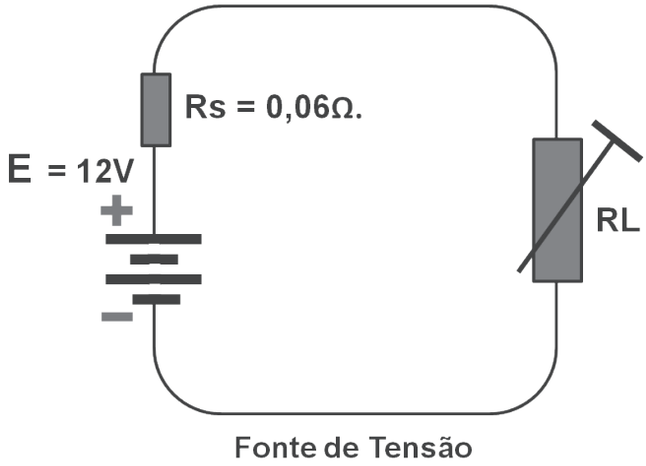


FIGURA 09

Qualquer fonte que satisfaça essa condição é chamada ***fonte de tensão quase ideal***.

Por exemplo, a resistência na figura acima é ajustável. Sobre que faixa de valores de resistência de carga (*RL*) a tensão da fonte é considerada quase ideal? Multiplique por 100 a resistência interna da fonte (*Rs*), para obter a resposta:

RL = 100.0,06 = 6Ω.

Enquanto a resistência de carga (*RL*) for maior que *6 Ω*, podemos ignorar a resistência interna de *0,06 Ω* da fonte nos cálculos da tensão e corrente na carga.

Exemplo:

Suponha que uma fonte de tensão tenha tensão ideal de *15V* e a resistência interna da fonte de *0,2 Ω*. Para que valores de resistência de carga a tensão da fonte poderá ser considerada quase ideal?

Multiplique por *100* a resistência interna da fonte, *Rs*, para obter o valor de *RL*:

RL = 100.0,2 = 20Ω.

Enquanto a resistência de carga for maior que *20 Ω*, a fonte de tensão será quase ideal. Isso significa que podemos desprezar a resistência de *0,2 Ω* e visualizar a tensão total na resistência de carga.

Divisores de corrente são circuitos onde obtemos valores de corrente pré-estabelecidos, cujo objetivo é fornecer corrente exclusiva para uma carga.

Abaixo descrevemos o esquema e as fórmulas matemáticas para calcular a tensão e a corrente elétrica para a carga, dentro de um divisor de corrente:

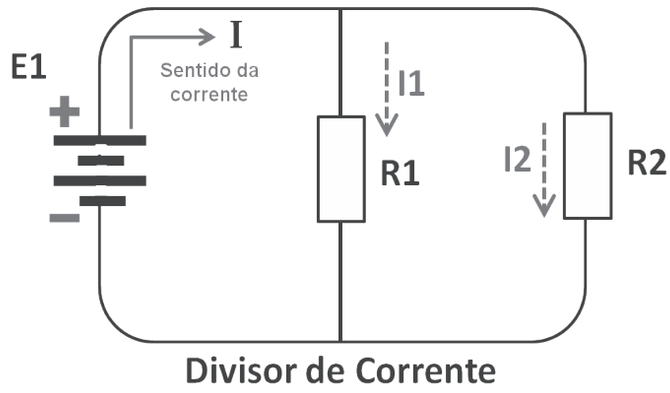


FIGURA 10

$$I2 = \frac{V}{R2} \qquad I1 = \frac{V}{R1}$$

$$V = Req\ .I \qquad I1 = \frac{R2}{R1+R2}.I \qquad I2 = \frac{R1}{R1+R2}.I$$

4.4. Fonte de corrente – Divisor de tensão.

Uma fonte de tensão tem uma resistência interna muito pequena. Uma fonte de corrente é diferente; ela possui uma resistência interna muito alta. Além disso, uma fonte de corrente produz uma corrente de saída que não depende do valor da resistência de carga. O exemplo mais simples de uma fonte de corrente é a combinação de uma bateria com uma resistência interna muito alta, conforme mostrado na figura abaixo. Nesse circuito, a corrente na carga é:

$$IL = \frac{E}{Rs + RL}$$

Caso *Rs* seja igual a *10MΩ*, a resistência de cargas com pequenos valores quase não afetam a corrente de carga.

Por exemplo, quando *RL* for igual a *10KΩ*, a corrente na carga será de:

$$IL = \frac{12}{10.000.000 + 10.000}$$

$$IL = \frac{12}{10.010.000}$$

$$IL = 1,1998 \times 10^{-6} A$$

$$IL = 1,2 \mu A$$

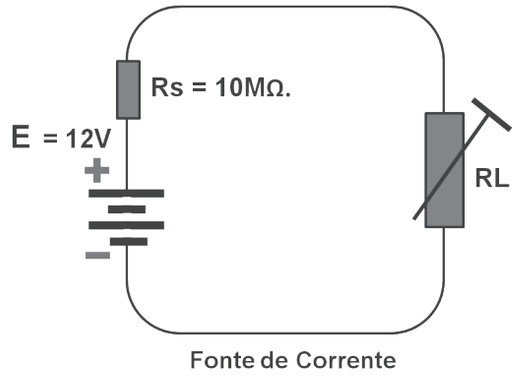


FIGURA 11

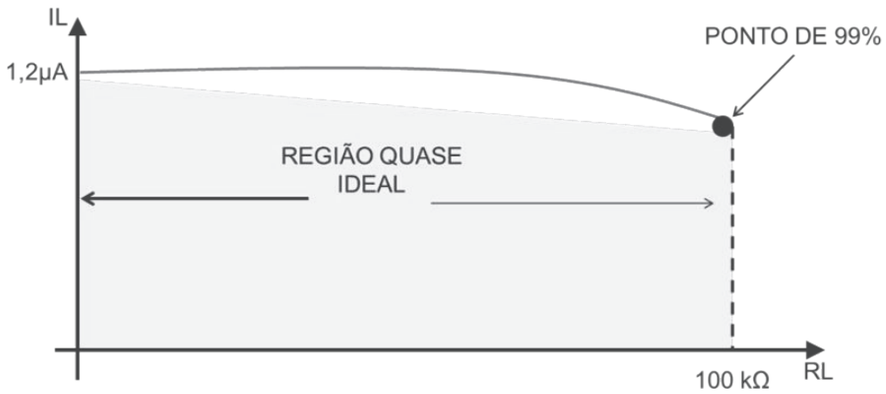


FIGURA 12

A Figura acima mostra um gráfico da corrente de carga versus resistência de carga. Como você vê, a corrente na carga é aproximadamente constante. Quando a resistência de carga for igual a *100 kΩ*, a corrente na carga será *99%* do valor ideal.

Para futuras discussões, uma fonte de corrente quase ideal é aquela em que a resistência interna é pelo menos *100* vezes maior que a resistência de carga:

RS > 100RL.

Divisores de tensão são circuitos onde obtemos valores de tensão pré-estabelecidos, cujo objetivo é fornecer tensão elétrica exclusiva para uma carga. Abaixo descrevemos o esquema e as fórmulas matemáticas para calcular a tensão e corrente elétrica para a carga, dentro de um divisor de tensão:

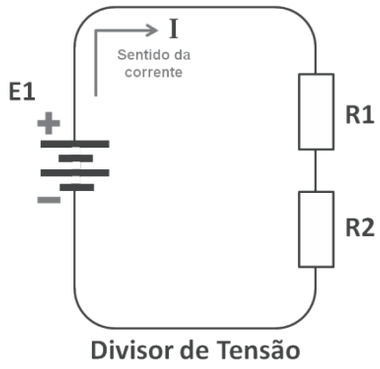


FIGURA 13

$$Er1 = R1.I \qquad Er2 = E1\frac{R2}{R1+R2}$$

$$Er2 = R2.I \qquad Er1 = E1\frac{R1}{R1+R2}$$

$$I = \frac{E1}{R1+R2}$$

4.5. Análise de circuito série em Corrente Contínua.

Um circuito série é aquele que há somente um percurso para a passagem da corrente elétrica. Outra característica do circuito série, a dificuldade total oferecida ao fluxo de elétrons é dada pela soma das resistências de todos os componentes presentes no circuito. A intensidade de corrente elétrica, presente no circuito, é a mesma em todos os componentes presentes no circuito, porém, a tensão aplicada pela fonte no circuito é dividida, proporcional à resistência de cada componente.

Então, a resistência total é dada:

Rt = R1 + R2 + R3 R4;

Sendo:
Rt = Resistência total do circuito;
R1 a *R4* = as resistência de cada componente presente ao circuito.
A corrente elétrica total é dada:

$$\boldsymbol{It = \frac{E1}{Rt}}$$

Então:

It = I1 = I2 = I3 = I4;

Sendo:
It = Intensidade de corrente elétrica gerada pela fonte, ou o fluxo de elétrons presentes no circuito na unidade do tempo;
I1 a *I4* = designação dadas à corrente elétrica ao passar pelos componentes, presentes no circuito.
A tensão elétrica ou *DDP* (*E1*) é fornecida pelo Gerador ou Fonte.
Sendo:

$$\boldsymbol{E_1 = ER_1 + ER_2 + ER_3 + ER_4}$$

Pela lei de Ohm, sabemos que *E* = *I.R*, então:

$$\boldsymbol{I_t . R_t = I_1 R_1 + I_2 R_2 + I_3 R_3 + I_4 R_4}$$

Como:

$\boldsymbol{I_t = I_1 = I_2 = I_3 = I_4}$, podemos simplificar a equação:

$$\boldsymbol{I_t . R_t = I_t (R_1 + R_2 + R_3 + R_4)}$$

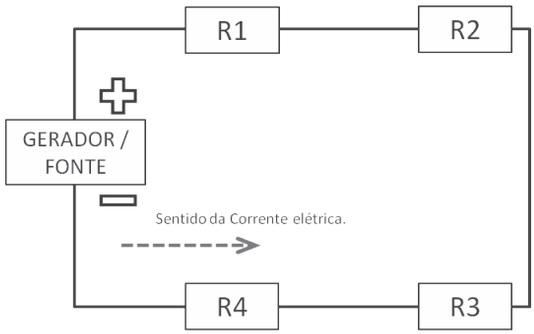
Ou;

$$\boldsymbol{R_t = \frac{\cancel{I_t}(R_1 + R_2 + R_3 + R_4)}{\cancel{I_t}}}$$

Vamos retirar a unidade de corrente, e o que resta é o cálculo da resistência equivalente para um circuito série.

$$\boldsymbol{R_t = R_1 + R_2 + R_3 + R_4}$$

E1 = It.Rt, pois *Rt = R1 + R2 + R3 + R4*.
Sendo:
E1 = *DDP* entre os terminais da fonte, tensão elétrica aplicada ao circuito estudado;
Er1 a *Er4* = *DDP* entre os terminais, respectivamente, de *R1* a *R4*.



Circuito em série

FIGURA 14

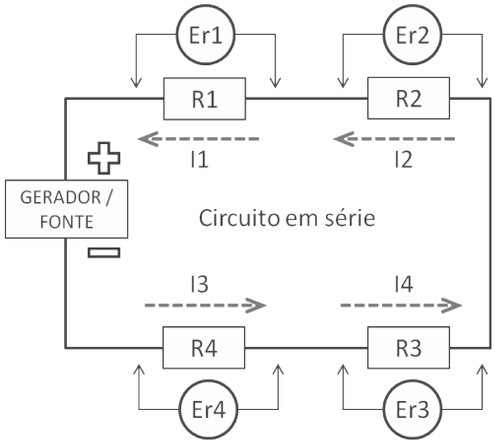


FIGURA 15

Com relação à potência elétrica dissipada pelo circuito e utilizando as expressões matemáticas aprendidas, observamos que:

$$\boldsymbol{P = E.I}$$

A potência total do circuito acima é dada pela expressão: $\boldsymbol{Pt = Et.It}$
Como: *Pt = P1 + P2 + P3 + P4*, concluímos que a potência elétrica total é a soma das potências elétricas parciais de cada componente presente no circuito, então:
Pt = Er1.I1 + Er2.I2 + Er3.I3 + Er4.I4, como explicado acima:

Pt = Er1.It + Er2.It + Er3.It + Er4.It.

Conclusão:
Quando componentes são conectados de forma que a saída de um se conecte a entrada de outro e assim sucessivamente em uma única linha, ramos ou braço, diz-se que os mesmos estão formando uma ligação série. Neste tipo de ligação a corrente que circula tem o mesmo valor em todos os componentes da associação, mas a tensão aplicada se divide proporcionalmente para cada valor do resistor.

Como explicado acima, os componentes que compõem a série podem ser substituídos por um único componentes chamado de Resistor Equivalente ou Total, em matemática:

$$R_t = R_1 + R_2 + R_3 + R_4$$

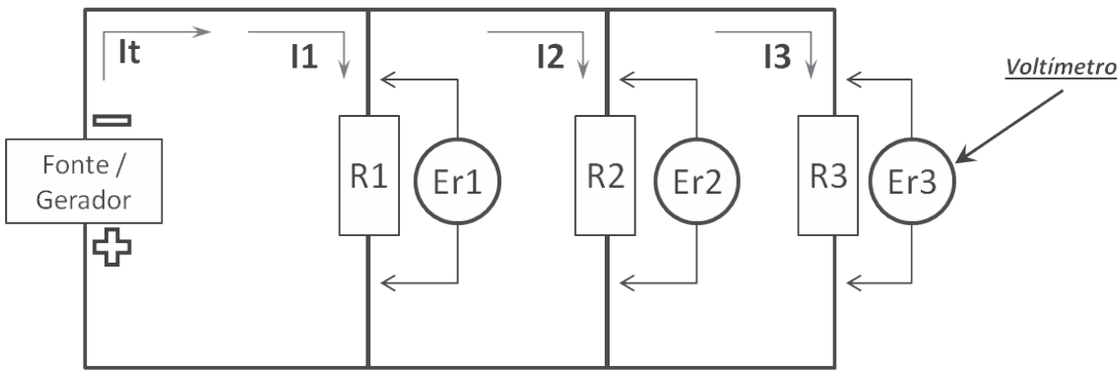
A Resistência equivalente ou total de uma associação em série é igual à soma das resistências dos resistores presente no circuito série.

A tensão elétrica ou *DDP* é fornecida pela fonte ou gerador e a corrente elétrica pode ser obtida usando a expressão matemática da Lei de *Ohm*. Numa boa observação, todos os valores: Tensão, Corrente e Resistência elétrica podem ser obtidas com a expressão matemática da lei de *Ohm*, desde que conheça duas das três grandezas.

4.6. Análise de circuito paralelo em Corrente Contínua.

Um circuito paralelo é aquele no qual dois ou mais componentes estão ligados à mesma fonte de tensão, ou seja, todos os componentes do circuito paralelo possuem a mesma *DDP* ou tensão elétrica da fonte, sobre eles. Os resistores *R1*, *R2*, e *R3* estão em paralelo entre si e com a fonte. Cada percurso paralelo é então um ramo ou malha com a sua própria corrente elétrica. Quando a corrente total (*It*) sai da fonte de tensão (*E1*), uma parte *I1* da corrente *It* flui através de *R1*, outra parte *I2* flui através de *R2*, e a parte restante *I3*, passa através de *R3*. As correntes, *I1, I2* e *I3* nos ramos podem ser diferentes. Entretanto, se for colocado um voltímetro sobre cada componente, *R1, R2* e *R3*, vamos medir a mesma *DDP* ou tensão elétrica em cada componente, que também é igual à fonte, portanto:

$$E_1 = E_{R1} + E_{R2} + E_{R3}$$



Circuito Paralelo

FIGURA 16

A corrente total (*It*) é igual à soma das correntes elétricas em todos os ramos. Então:

$$\boldsymbol{I_t = I_1 + I_2 + I_3}$$

Esta fórmula aplica-se a qualquer número de ramos em paralelo sejam as resistências iguais ou não. Aplicando a Lei de Ohm, cada corrente do ramos é igual à tensão aplicada dividida pela resistência entre os dois pontos onde a tensão é aplicada. Portanto, na figura acima, para cada ramo temos as seguintes equações:

Ramo *R1* = $\boldsymbol{I_1 = \frac{E_1}{R_1}}$

Ramo *R2* = $\boldsymbol{I_2 = \frac{E_1}{R_2}}$

Ramo *R3* = $\boldsymbol{I_3 = \frac{E_1}{R_3}}$

Observando o circuito vimos que quando a ligação entre componentes é feita de modo que o terminal inicial de um componente é ligado ao terminal inicial de outro, e o terminal final do primeiro ao termina final do segundo, caracteriza-se uma ligação paralela.

O cálculo da resistência total ou equivalente de um circuito paralelo é diferente do circuito série, baseado na expressão matemática do cálculo da corrente total do circuito e usando a fórmula básica de *Ohm*, temos o seguinte:

$$\boldsymbol{I_t = I_1 + I_2 + I_3}$$

$$\boldsymbol{\frac{E_1}{R_t} = \frac{E_1}{R_1} + \frac{E_1}{R_2} + \frac{E_1}{R_3} + \cdots \frac{E_1}{R_n}}$$

Como a tensão é a mesma, e é comum a todos os termos da igualdade, ela pode ser simplificada, multiplicando cada denominador de cada termo da equação por $\boldsymbol{E1}$ e depois simplificando, temos então:

$$\boldsymbol{\frac{1}{R_t} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \cdots \frac{1}{R_n}}$$

Esta formula é denominada ***"A recíproca da soma das recíprocas"*** ou ***"O inverso da resistência total ou equivalente é igual à soma dos inversos das resistências de cada resistor presente no circuito paralelo"***. Esta equação é para qualquer número de componente resistivo presente no circuito paralelo.

Para um circuito com somente dois componentes em paralelo, vamos utilizar a seguinte equação:

$$Rt = \frac{R1 \,.\, R2}{R1 + R2}$$

Para um circuito com mais de três componentes resistivo do mesmo valor, vamos utilizar a seguinte equação:

$$Rt = \frac{R}{n}$$

Onde:
Rt = a resistência total ou equivalente;
R = o valor da resistência do componente;
n = a quantidade de componentes do mesmo valor de resistência.
Uma das conclusões que podemos retirar do circuito acima é que com a mesma tensão aplicada, um ramo que possua menor resistência permite a passagem de uma corrente maior através dele do que um ramo com uma resistência mais alta.

4.7. Análise de circuito misto em Corrente Contínua.

É o caso mais encontrado em circuitos eletrônicos. Neste caso há componentes em série, interligados a outros em paralelo. Para se chegar a Resistência equivalente ou total *(Req* ou *Rt)*, faz-se o cálculo das associações série e paralelo ordenadamente, sem nunca *"misturar"* o cálculo, ou seja, associar um componente em série a outro esteja numa ligação paralela. Caso este tipo de cálculo ocorra, o resultado será um valor errôneo e pode invalidar uma questão.
Há algumas regras para encontrar o valor da resistência total ou equivalente de um circuito misto:
Vale observar que antes de iniciar qualquer cálculo é importante observar todo o circuito misto. Destacar quais componentes estão em paralelo, na primeira análise, sem haver feito qualquer cálculo, depois destacar os componentes em série.

- Primeiro fazemos o cálculo das resistências equivalente dos componentes em paralelo, obtendo um valor da resistência parcial equivalente aos componentes em paralelo calculado, este componente equivalente está em série com um ou mais componentes;
- Segundo fazemos o cálculo das resistências de todos os resistores em série, obtendo um valor da resistência total do circuito.

Vale lembrar que pode haver a condição para fazer o 1º cálculo de uma associação série e depois, uma associação paralela. Então, reforçamos a importância de uma análise prévia do circuito, antes dos cálculos. Esta análise é crucial para que haja resultado positivo.

4.8. Cálculo de redes (Triângulo-Estrela).

Em circuitos elétricos é comum componente estarem associados conforme as configurações chamadas de *"Estrela ou Triângulo"*. Estas configurações não se caracterizam nem como série, nem como paralelo, dificultando o cálculo da resistência equivalente ou total do circuito e principalmente a sua análise em circuitos elétricos.

Para este problema é usado um método muito simples e eficaz, vamos converter uma configuração na outra, fazendo com que os resistores mudem de posição sem, no entanto, mudarem as características elétricas do circuito. Estas configurações possuem outros nomes. A configuração *Estrela*, pode ser encontrada com os nomes de ***"T"*** (Tê) ou ***"Y"*** (Ípsilon). A configuração Triângulo, pode ser encontrada com os nomes ***"π"*** (Pi) ou ***"Δ"*** (Delta). Vejamos como são encontrados os valores das resistências total ou equivalente neste tipo de configuração. Abaixo estão as representações esquemáticas das duas configurações:

Delta

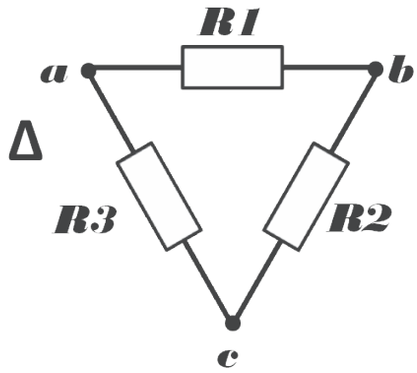


FIGURA 17

Pi

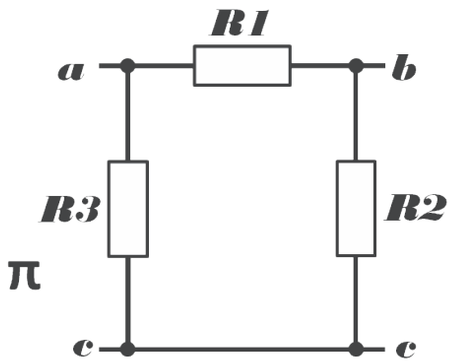


FIGURA 18

T (Tê)

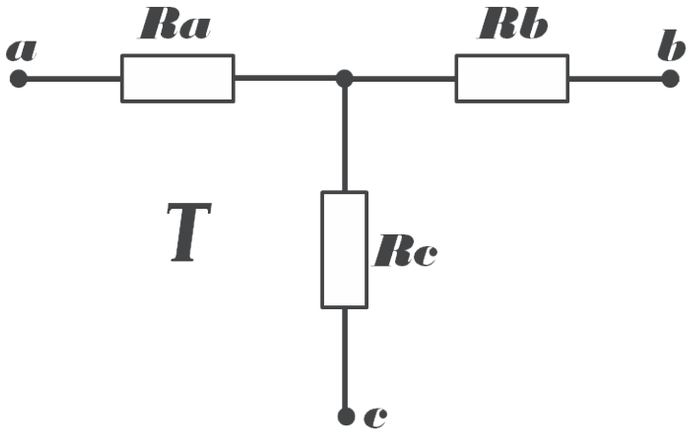


FIGURA 19

Y (Ípsilon)

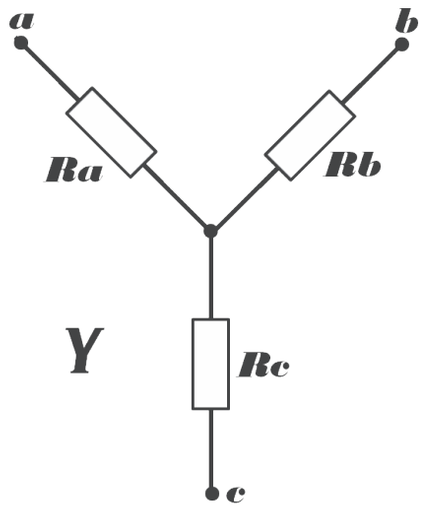


FIGURA 20

4.8.1. Conversão *Δ* para *Y*, ou *π* em *T*.

$$Ra = \frac{R1.R3}{R1 + R2 + R3}$$

$$Rb = \frac{R1.R2}{R1 + R2 + R3}$$

$$Rc = \frac{R2.R3}{R1 + R2 + R3}$$

A regra para conversão de *Delta* em *Y* pode ser estabelecida da seguinte forma: A resistência de qualquer ramo de um a rede *Y* é igual ao produto dos dois lados adjacentes da rede *Delta* pela soma das três resistências em *Delta*.

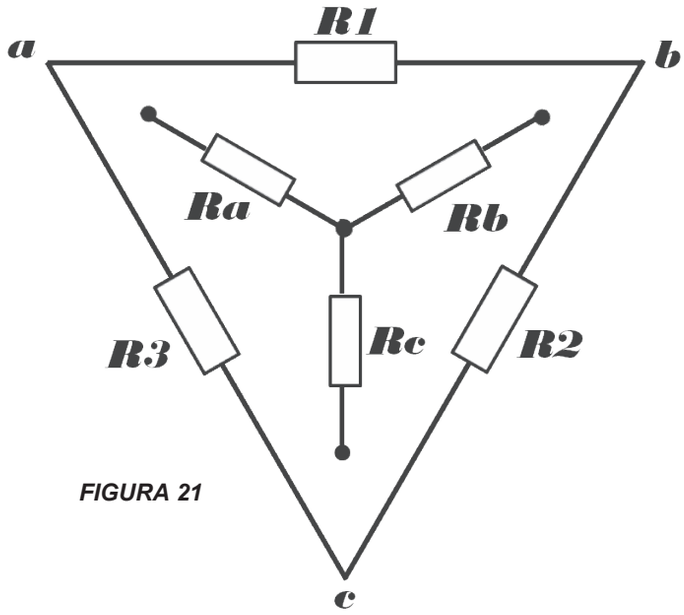


FIGURA 21

4.8.2. Conversão *Y* para *Δ*, ou *T* em *π*.

$$R1 = \frac{RaRb + RbRc + RcRa}{Rc}$$

$$R2 = \frac{RaRb + RbRc + RcRa}{Ra}$$

$$R3 = \frac{RaRb + RbRc + RcRa}{Rb}$$

A regra para a conversão de *Y* em *Delta* pode ser enunciada da seguinte forma: A resistência de qualquer lado da rede *Delta* é igual à soma das resistências em *Y* multiplicadas duas a duas e dividida pela resistência do ramo oposto da rede em *Y*.

4.9. Baterias.

As baterias são dispositivos acumuladores de energia que encontram grande aplicação como fonte de tensão CC em automóveis, lanchas, aeronaves, navios, sistemas telefônicos e em equipamentos portáteis. Em alguns casos, elas são usadas como a única fonte de potência. Em outros, constituem a fonte secundária de energia.

Uma bateria consiste de diversas pilhas montadas em um recipiente comum e ligadas entre si, para funcionar como fonte de energia elétrica.

As pilhas são dispositivos que transformam energia química em energia elétrica. A denominação de pilha tem origem no aspecto do primeiro dispositivo desta espécie, construído por Alexandre Giuseppe Antonio ***Volta*** (1745-1827). A pilha de Volta apresentava-se como uma coluna (pilha) de discos de metais diferentes, disposto alternamente e separados por rodelas de feltro embebidas em solução química. Hoje as pilhas não tem esse aspecto e são mais bem elaboradas.

Os principais elementos que constitui uma pilha são os seus ***Elétrodos*** e o seu ***Eletrólito***. Os eletrodos são dois materiais diferentes (o *Cobre* e o *Zinco*, por exemplo) que, se serem imerso numa solução química (o *Eletrólito*) adquirem cargas elétricas e assim se estabelece uma força eletromotriz entre os terminais da pilha. Esta *DDP* é criada através das reações químicas entre o *Zinco* e *Cobre* (*Eletrodos*) é o ácido (*Eletrólito*). O *Zinco* contém uma abundância de átomos carregados negativamente, enquanto o *Cobre* apresenta uma abundância de átomos carregados positivamente. Quando se imerge placas desses metais num eletrólito, tem início uma reação química entre eles. O eletrodo constituído pelo *Zinco* acumula uma carga negativa muito maior, pois ele se dissolve lentamente no eletrólito. Os átomos que saem do eletrodo de *Zinco* estão carregados positivamente (+), são atraídos pelos Íons (-) carregados negativamente do eletrólito, enquanto repelem os Íons (+) carregados positivamente do eletrólito em direção ao eletrodo de *Cobre*. Isto faz com que elétrons sejam retirados do *Cobre*, deixando-o com excesso de carga positiva. Se uma carga, como por exemplo, uma lâmpada for ligada através dos terminais dos eletrodos, as forças de atração e repulsão farão com que os *elétrons livres* do eletrodo de *Zinco* (Negativo), dos fios condutores, e do filamento da lâmpada se desloquem em direção ao eletrodo de *Cobre* carregado positivamente, fazendo com a lâmpada acenda, Isto é uma das formas de transformar energia química em luminosa. A DDP resultante permite que a pilha funcione como uma fonte de tensão ***(V)***.

Temos também a classificação das pilhas em dois tipos, *Pilhas Primárias* e *Pilhas Secundárias*.

Nas pilhas primárias, o elétrodo é consumido gradualmente durante o funcionamento da mesma, sem haver a possibilidade de recuperação do material, pois as reações químicas que se processam no interior da pilha são irreversíveis.

Nas pilhas secundárias, as reações químicas produzem transformações nos eletrodos, mas esses fenômenos químicos são reversíveis, e o material pode ser recuperado com a passagem de uma corrente elétrica pela pilha, em sentido contrário ao da corrente

de descarga da massa (corrente fornecida pela pilha quando está sendo utilizada).

Alem destes dois grandes grupos de classificações das pilhas, temos uma segunda classificação quanto ao tipo de célula.

Célula "úmida": células úmidas é o tipo de bateria mais antigo existente e usam um eletrólito líquido para transportar os íons. Alguns dos primeiros exemplares eram simplesmente jarras de vidro abertas em cima e cheias de solução eletrolítica, na qual os eletrodos eram imersos na solução. Mesmo tendo sido substituídos por baterias secas na maior parte dos casos, células úmidas ainda são empregadas como baterias de carros e experimentos químicos caseiros. Podem ser usadas tanto com baterias primárias quanto como secundárias.

Célula seca: células secas funcionam como as úmidas, com uma diferença: a solução eletrolítica existe na forma pastosa, com apenas a umidade suficiente para conduzir a carga, fazendo com que ela não vaze ao cair e possa ser estocadas ou utilizadas de forma horizontal ou vertical. Estas células, desenvolvidas a partir da célula pioneira de Leclanché, também podem ser usadas como primárias ou secundárias e são geralmente muito mais seguras que as úmidas.

Sal derretido: esta não é uma tecnologia que vamos encontrar em breve no seu relógio de pulso nos próximos anos. Estas baterias são usadas por indústrias especializadas e usam sais, superaquecidos a ponto de estarem no estado líquido, como eletrólitos. A densidade de energia produzida é tão grande quanto o processo é perigoso, mas ela pode ser, em potencial, empregada em veículos elétricos.

Pilha reserva: pilhas reservas são todas as baterias sem eletrólitos, o que as torna perfeitas para uso num curto espaço de tempo e estocagem em longo prazo. Separando os eletrólitos do resto da bateria, a célula não vai se descarregar sozinha enquanto estiver guardada. Estas são as mais comuns em aplicações militares e científicas.

4.9.1. Características das Pilhas.

- Força eletromotriz.

A força eletromotriz de uma pilha é a diferença de potencial entre os seus terminais, em circuito aberto. É independente das dimensões da pilha e só depende da natureza dos materiais empregados na sua construção.

- Resistência interna.

A resistência interna deve ser a menor possível, pois a *DDP* (*E1*) entre os terminais da pilha cai quando ela está fornecendo corrente, devido à sua resistência interna.

A Resistência interna de uma pilha esta ligado ao comprimento do eletrólito, que é a distancia entre os dois eletrodos, e a área da seção transversal, que é a área média das superfícies imersas dos mesmos. A resistência interna da pilha depende diretamente da distância entre os eletrodos e inversamente da área da parte imersa dos mesmos. Mas, a resistência interna depende ainda da natureza do eletrólito e de sua deterioração com o envelhecimento da pilha. A resistência aumenta com a deterioração do eletrólito. Desta forma a *DDP* sobre a carga (*EL*) é menor, pois há uma queda de tensão sobre a resistência interna da fonte (*Ei*). O resultado é que a *DDP* sobre a carga é um pouco menor. É o resultado da equação, a seguir:

$$EL = E1 - Ei.$$

- Potência elétrica.

Potência total (*Pt*) de uma pilha, ou seja, a energia total que produz por segundo, é o produto da sua força eletromotriz (*E1*) pela corrente (*I*) que fornece. A equação é a seguinte: $Pt = E1.I.$

A potência útil (energia fornecida por segundo ao circuito externo) é o produto da tensão útil em circuito fechado pela corrente fornecida:

$$Pu = EL.I.$$

O rendimento da pilha é a relação, da potência útil (*Pu*) com a potência total (*Pt*) e é dada pela seguinte equação:

$$\eta = \frac{P_u}{P_t}$$

$$\eta = \frac{E_L . I}{E_1 . I}$$

$$\eta = \frac{E_L}{E_1}$$

η Letra grega minúscula Eta.

O máximo de trabalho de uma pilha é obtido com ***"I"*** máximo, quando:

$$EL = \frac{E1}{2}$$

Isto é, quando o rendimento é de 50%. Nestas condições, a resistência interna é igual à resistência externa.

- Regime ou Débito normal.

Regime ou débito normal de uma pilha é a corrente máxima que pode fornecer sem a possibilidade de *polarização*[1], fenômeno este que reduz a força eletromotriz. Esta característica depende das dimensões e do tipo de pilha.

- Capacidade.

A capacidade de uma pilha é a quantidade de eletricidade que ela pode fornecer. Depende principalmente da quantidade e do tipo de material ativo, bem como da densidade do eletrólito. Varia de acordo como período em que se processa a descarga da pilha, e com a temperatura. A sua capacidade é dada em ampéres-hora (*Ah*) e ela determina o tempo que ela funcionará com uma taxa de descarga. Por exemplo, uma bateria de 90Ah deverá ser descarregada após 9 horas de funcionamento com uma descarga média de 10A. Nas pilhas primárias a força eletromotriz tem cerca de 1,5 V, quando nova, no final temos uma FEM de 1V, sua resistência interna esta em torno de 0,5 Ohm. Nas pilhas secundárias a força eletromotriz é cerca de 2,2V, em plena carga, pode chegar a 2,6V ou mais, mas que não seja inferior a 1,8V. A sua resistência interna é muito baixa, o que constitui uma das vantagens sobre a pilha primária. Como exemplo, uma pilha de 300Ah de capacidade tem uma resistência interna de aproximadamente 0,001 Ohm.

A pilha de reserva é um tipo de pilha na qual os elementos são conservado secos até o momento de utilização. Nessa ocasião, o eletrólito é admitido e a pilha começa a produzir corrente. Teoricamente, isso significa que uma pilha de reserva pode ser estocada por tempo indeterminado antes de ser ativada. A pilha de reserva apresenta uma alta eficiência sobre uma ampla faixa de temperatura e capacidade de fornecer momentaneamente pulsos de alta corrente da ordem de 12 a 15 ampéres.

A pilha de reserva é fabricada sob o estado de completamente seca com o eletrólito mantido em um contentor plástico no interior da pilha. Quando armazenada em condições de não ativada, a vida efetiva da pilha é superior a 10 anos.

Para ativar a pilha é utilizado um mecanismo, quando acionado quebra o envoltório de plástico do eletrólito e este é liberado, transformando a pilha no modelo comum. Um dispositivo de segurança é incorporado, para evitar a ativação acidental durante o transporte ou manuseio. As pilhas de reserva são utilizadas para iluminação de emergência e equipamentos de comunicações, dispositivos militares especiais e outro qualquer uso, onde o requisito de armazenagem por longo período de tempo seja de grande importância.

O que todos os tipos de bateria têm em comum — desde as pequeninas de relógios até as gigantescas das empresas de telefonia — é que elas são o exemplo mais comum de células eletroquímicas voltaicas (bem, tecnicamente, elas são uma coleção de múltiplas células trabalhando em uníssono, mas enfim). Uma célula eletroquímica é um dispositivo que produz carga elétrica a partir de uma reação química. Cada célula compreende três elementos básicos: dois eletrodos — um positivo e um negativo — e uma solução eletrolítica para transportar íons entre eles durante uma reação de óxido-redução que libera elétrons dos átomos das substâncias envolvidas.

Reações de óxido-redução são bem comuns por toda a natureza, incluindo todas as reações em que a oxidação de um átomo ocorre. Isto ocorre quando o corpo humano oxida glicose durante o processo metabólico, quando o carbônico é reduzido pelo hidrogênico criando metano, ou quando o metano reage com o oxigênio e formando, por oxidação, dióxido de carbono e água (o carbono é oxidado, dando elétrons para o oxigênio). Estas reações são essencialmente um par de semirreações que ocorrem simultaneamente e formam uma reação completa. Durante a redução, o átomo ganha elétrons, diminuindo seu número de oxidação, e, por outro lado, durante a oxidação, o átomo perde elétrons, aumentando seu número de oxidação.

Nas baterias, as duas metades da reação estão separadas intencionalmente, para que os elétrons gerados no eletrodo positivo sejam forçados a viajar através de um circuito para chegar ao polo negativo, fornecendo energia para nossos aparelhos elétricos no caminho.

Com tantos tipos de baterias e aplicações diferentes, como nós podemos comparar com precisão a desempenho delas? A resposta está na capacidade delas. Medida em miliampéres-hora (mAh) ou ampére-hora (Ah), a capacidade de uma bateria é a capacidade total de armazenamento de energia. Então, se uma bateria tem 2.500 mAh, como muitas das pilhas AA, ela deve entregar 2500 mA de energia por uma hora.

A bateria de um automóvel possui a sua capacidade em ampére-hora, ou seja, uma bateria de 60Ah, ela deve entregar 60A de energia por uma hora.

Mesmo assim, comparar baterias pela capacidade só dá certo quando elas são de mesmo tamanho e composição. A composição química e o tipo de dispositivo em que as baterias são usadas têm um papel significante no quanto uma bateria dura. Pilhas alcalinas primárias têm normalmente maior capacidade (cerca de 2500 mAh) mas são melhor aproveitadas se usadas em coisas que gastam a energia aos poucos, como brinquedos de crianças. Já as baterias secundárias de lítio, por outro lado, têm uma capacidade normalmente menor (2000 mAh) mas apresentam melhor performance e duração que as descartáveis quando usadas em dispositivos que precisam de muita energia, como câmeras digitais, “Tablets” e computadores, porém com um custo bem mais elevado que as descartáveis. Então, fica a dica: deixe as pilhas recarregáveis para seus próprios brinquedos.

Nota:

1 - ***Polarização*** é quando uma pilha está fornecendo corrente, parte do hidrogênio liberado nas reações química deixa a pilha, escapando para a atmosfera, porém o restante fica em torno do eletrodo positivo, não permitindo que este faça bom contato com o eletrólito. Este fenômeno implica não só na redução da tensão entre os terminais da pilha, como no aumento da resistência interna. Para diminuir o efeito da ***Polarização***, são usadas substancias que se combina com o hidrogênio, ou que evita sua formação, chamadas de ***Despolarização***.

4.9.2. Combinação de pilhas.

Temos duas combinações básicas de bilhas ou baterias. A combinação série e combinação paralela. Como sabemos as bilhas são construídas de forma a fornecer um valor básico de tensão e corrente elétrica e na maioria dos sistemas eletroeletrônicos precisam de um valor maior de tensão ou corrente ou as duas grandezas, ou seja, um valor maior de tensão e corrente. Sob tais condições, é necessário combinar ou interligar diversas pilhas para atender a essas necessidades. Pilhas ligadas em série fornece maior tensão, ao passo que pilhas ligadas em paralelo apresentam maior capacidade de corrente. Para fornecer a potência adequada quando se necessita de maior potência do que uma única pilha pode fornecer, interligar uma rede de pilhas numa combinação série-paralela, é o mais adequado.

Um conjunto de pilhas é chamado de *Bateria* – na associação em serie, unimos os terminais diferentes (positivo com negativo) de pilhas adjacentes. Os terminais livres de cada pilha situado nas extremidades da ligação são os terminais da bateria.



FIGURA 22

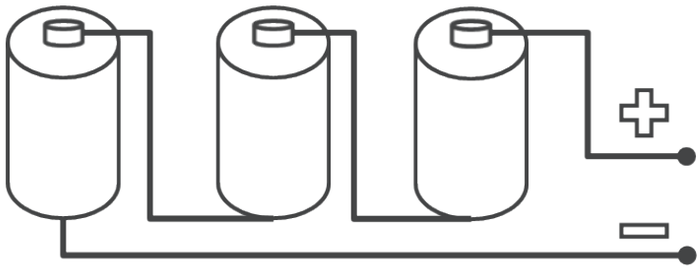


FIGURA 23

Exemplos de uma combinação série de pilhas ou baterias.

A força eletromotriz *FEM*, (*DDP*) da bateria é igual à soma das forças eletromotriz das diversas pilhas associadas. Se a bateria é fornecida por "n" elementos idênticos temos: $\boldsymbol{DDP = n\,.\,e}$

Onde: ***DDP*** = força eletromotriz total;

$\boldsymbol{n}$ = números de elementos (pilhas); e

"e" é a força eletromotriz de cada pilha na associação.

A resistência da interligação das baterias é igual à soma das resistências internas das pilhas. Se a bateria é formada por ***"n"*** elementos iguais de resistência interna ***"r"***, e se ***"R"*** é a resistência externa, a resistência total é: $\boldsymbol{nr + R}$, e de acordo com a Lei de *Ohm*, podemos escrever:

$$\boldsymbol{I = \frac{n\,.\,e}{n.e + R}}$$

Este tipo de ligação é vantajoso, sobretudo quando a resistência externa ***(RL)*** é grande.

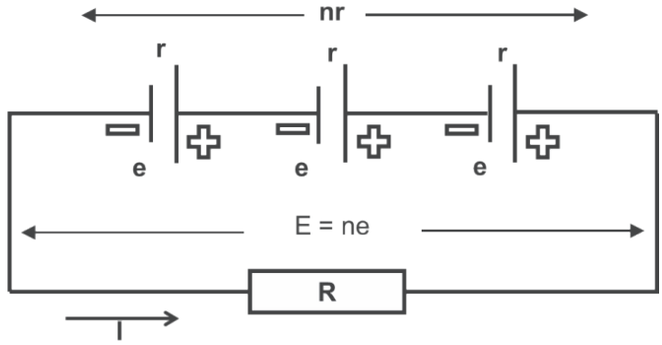


FIGURA 24

Na interligação em paralelo, também chamado de associação em derivação, em quantidade ou em superfície, apresenta maior vantagem quando as resistências externas são pequenas. Caso todos os elementos sejam idênticos, temos que:

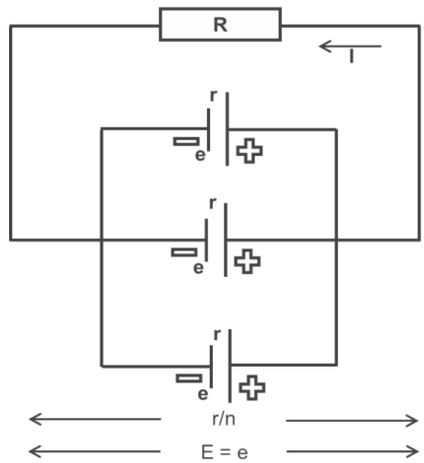


FIGURA 25

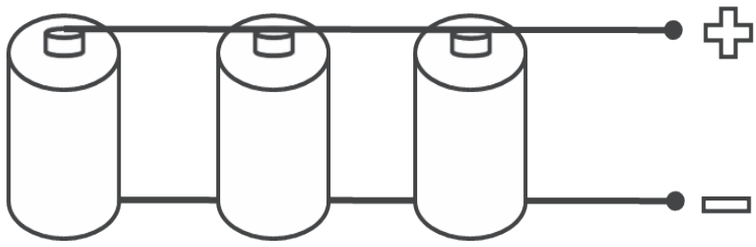


FIGURA 26

- a força eletromotriz do conjunto de pilhas é a mesma que a de uma única pilha;

$\boldsymbol{E = e}$, a resistência da bateria ($\boldsymbol{r}$) é igual à de um elemento dividido pelo número de elementos ($\boldsymbol{n}$) utilizados, então:

$$\frac{\boldsymbol{r}}{\boldsymbol{n}}.$$

A intensidade de corrente elétrica fornecida será, então, de acordo com a lei de Ohm, e considerando a resistência externa do circuito:

$$\boldsymbol{I = \frac{e}{\frac{r}{n+R}}.}$$

$$\boldsymbol{I = \frac{e}{\frac{r+Rn}{n}}.}$$

$$\boldsymbol{I = \frac{ne}{r+Rn}.}$$

Por fim;

$$\boldsymbol{I = \frac{e}{\frac{r}{n}+R}.}$$

4.10. Lei de Kirchhoff.

4.10.1. Leis de Kirchhoff para corrente – LKC.

A *Lei de Kirchhoff* para corrente ou lei dos nós, afirma que: “A soma das correntes que entram na junção é igual à soma das correntes que saem da junção” ou “A soma algébrica das correntes que se aproximam e se afastam de um nó é igual à zero.” (*Gustav Robert Kirchhoff* (1824 1887) – Professor de Física, Alemão).

Portando, quando vários condutores se encontram em um ponto, a corrente elétrica total que flui em direção a esse ponto é igual à corrente total que dele se afasta.

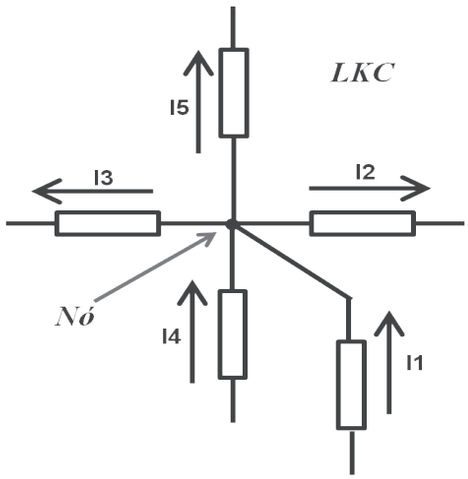


FIGURA 27

$$I_1 + I_4 = I_2 + I_3 + I_5$$

Se considerar as correntes que entram numa junção como positivas (**+**) e as que saem da mesma junção como negativas (**-**), como já mencionado, a soma algébrica de todas as correntes que se encontram numa junção comum é zero. Utilizando os símbolos matemáticos, temos:

$$\sum I = 0$$

Onde $\sum I$ (Somatória de) correntes elétrica *(I)*, a soma algébrica de todas as correntes num ponto comum é zero.

$$I_1 - I_2 - I_3 + I_4 - I_5 = 0$$

4.10.2. Lei de Kirchhoff para tensão – LKT – Rede de Malhas.

A *Lei de Kirchhoff* para tensão, ou *Lei das Malhas*, afirma que a tensão aplicada a um circuito fechado é igual à soma das quedas de tensão naquele circuito. Este fato foi usado no estudo de circuitos série e foi expresso da seguinte forma:

Tensão Aplicada = Soma das quedas de Tensão.

$$E_a = E_1 + E_2 + E_3$$

Onde E_a é a tensão aplicada e E_1, E_2 e E_3 são as quedas de tensão do circuito fechado. Outra forma de se enunciar a LKT é: A soma algébrica das subidas ou aumentos e das quedas de tensão deve ser igual à zero.

Uma fonte de tensão ou FEM é considerada como subida ou aumento de tensão, uma tensão através de um componente consiste numa queda de tensão.

Esta forma da lei pode ser escrita transpondo os termos da direita da equação acima, para o lado esquerdo:

$$\boldsymbol{E_a - E_1 - E_2 - E_3 = 0}$$

Utilizando o símbolo matemático, a letra grega maiúscula sigma ∑, temos:

$$\boldsymbol{\sum E = E_a - E_1 - E_2 - E_3 = 0}$$

4.10.3. Regras para análise das Leis das Malhas e Nó.

Vamos chamar de ***"b"*** o número de braços ou ramos e ***"n"*** o número de nós ou junção, temos tantas equações da primeira lei quantos são os nós menos um:

Equação da 1ª lei = n – 1.

Temos, também, tantas equações da 2ª lei quantos são os braços ou ramos menos os nós, mais um.

Equação da 2ª lei = b – n + 1.

Para a obtenção das equações referentes à 2ª lei (Relativa às Tensões - LKT), temos duas formas para a obtenção das equações, vamos para primeira: é importante a necessidade de seguir as normas abaixo:

- Arbitrar um sentido (Real ou Convencional) para a corrente em cada braço;
- Adotar ***um sentido de percurso para cada circuito fechado*** ou, de preferência, ***um sentido comum para todos os circuitos fechados***;
- Dar um sinal negativo a todas FEM (Fonte de Tensão) que se opuser ao sentido de percurso adotado;
- Dar sinal negativo a todo produto "IR" (Componente) em que o sentido da corrente estiver em oposição ao sentido de percurso adotado.

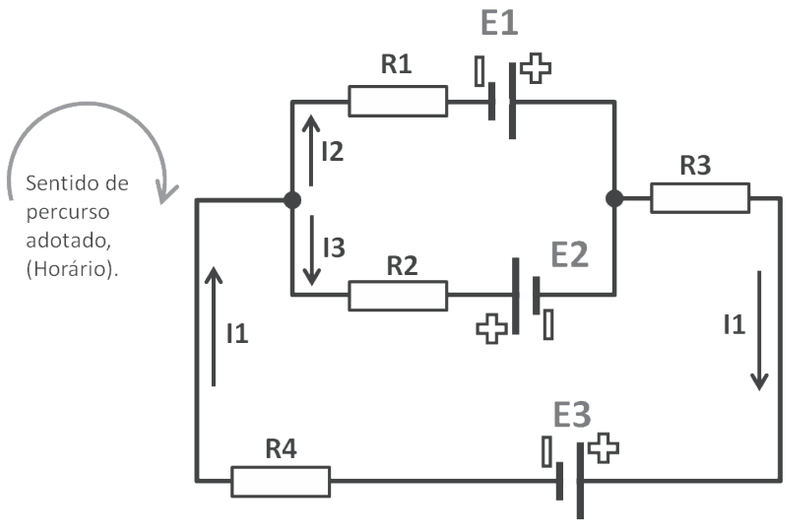


FIGURA 28

Temos, neste circuito, uma equação da 1ª Lei:
Equação da 1ª Lei = ***n – 1.***
n = dois nós ↔ ***2 – 1 = 1 equação.***

$$I_1 = I_2 + I_3$$

Precisamos de duas equações da 2ª lei, que podem ser escolhidas entre as que vemos abaixo:
Equação da 2ª Lei = (***b – n) + 1.***
b = três braços;
n = dois nós ↔ ***(3 – 2) + 1 = 2 equação.***

1) Considerando o circuito fechado formado por ***R_1, E_1, E_2*** e ***R_2***:

$$-E_1 - E_2 = I_2R_1 - I_3R_2$$

2) Considerando o circuito fechado formado por ***R_1, E_1, R_3, E_3*** e ***R_4***:

$$-E_1 + E_3 = I_2R_1 + I_1R_3 + I_1R_4$$

3) Considerando o circuito fechado formado por ***R_2, E_2, R_3, E_3*** e ***R_4***:

$$E_2 + E_3 = I_3R_2 + I_1R_3 + I_1R_4$$

A segunda forma, não é muito diferente da 1ª, mas são formas diferentes de interpretação que cada autor colocou, em nossa fonte de consulta para este material.

Como já explicado, A SOMA DAS TENSÕES EM UMA MALHA FECHADA SEJAM ELAS ORIUNDA DE BIPOLOS GERADORES OU RECEPTORES É IGUAL A ZERO.

Chamamos de bipolo gerador, as fontes de tensão (FEM) e os bipolos receptores, os componentes ou resistores presentes nas malhas ou ramos.

Escrevendo a equação: O primeiro passo é polarizar o circuito. Adotaremos sempre como padrão a corrente no sentido convencional (do + para o -). A polarização é estabelecer um sentido qualquer para o fluxo da corrente dentro de um circuito fechado, independente do fluxo da corrente adotada (Sentido convencional)

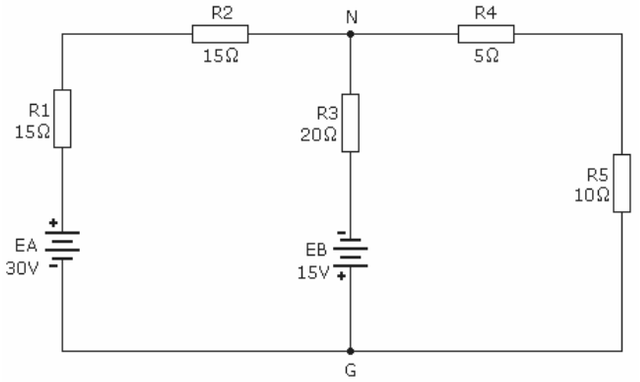


FIGURA 29

Definiremos a corrente ***"I3"*** e ***"I2"***, saindo do nó ***"N"***, como resultado da divisão da corrente ***"I1"***, desta forma e aplicando a 1ª Lei de Kirchhoff, temos:

$$I_1 = I_2 + I_3$$

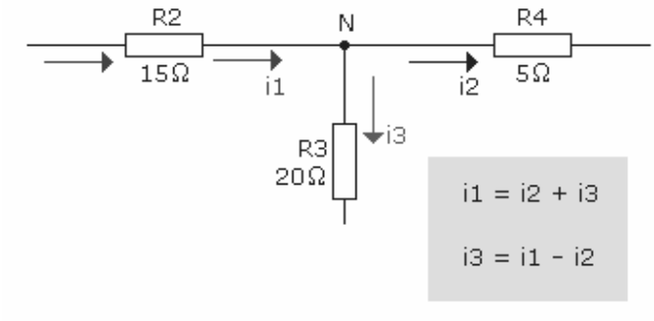


FIGURA 30

Para este exemplo, vamos utilizar o sentido horário para a polarização das malhas do circuito.

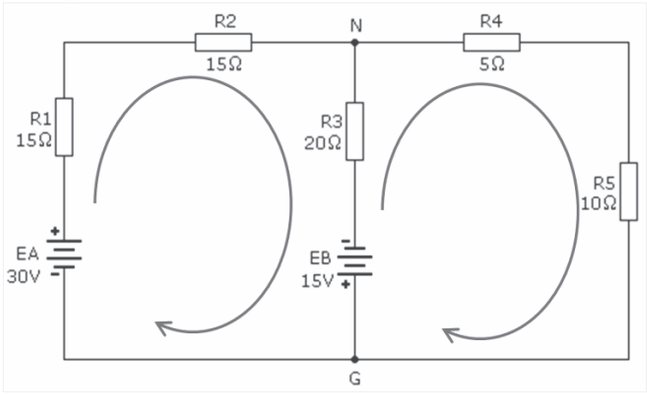


FIGURA 31

Vamos adotar uma regra para o sentido da corrente e polarização (+ ou -) para os bipolos receptores, conforme o desenho abaixo.

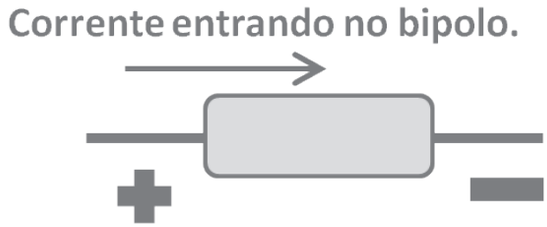


FIGURA 32

Como explicado na regra acima, vamos adotar com o sinal de (+) para representar a corrente entrando no bipolo receptor, e com o sinal de (-) a corrente saindo desse bipolo (Figura 32), esta representação deve obedecer ao sentido adotado para a polarização das malhas do circuito da figura 31. Caso a polarização das malhas fosse ao sentido contrário, anti-horário, a polarização dos bipolos receptores deve ser invertido também, obedecendo ao sentido da polarização das malhas.

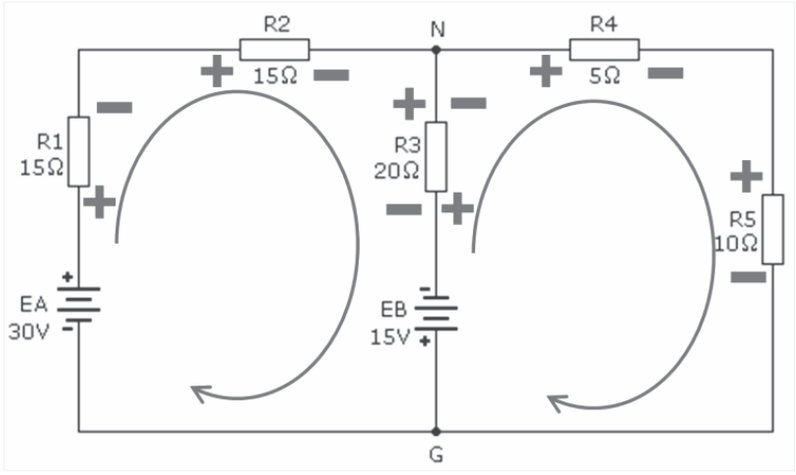


FIGURA 33

Escrevendo as equações para cada malha da figura 34, obedecendo às regras da polarização das malhas e dos bipolos receptores e geradores, temos:

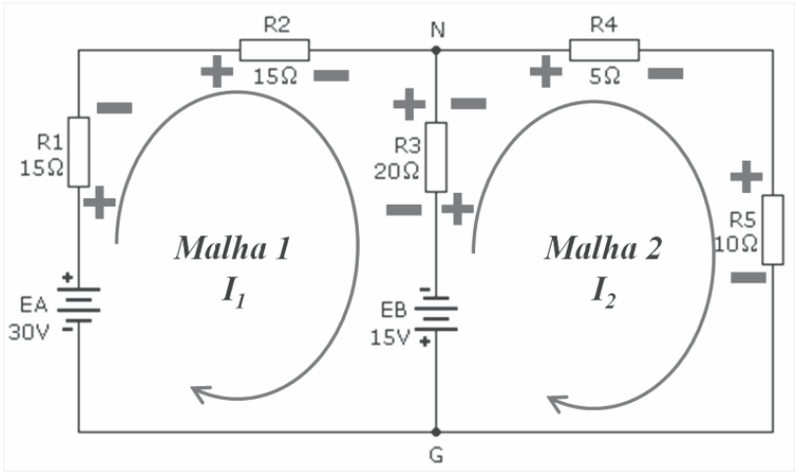


FIGURA 34

Malha1:

$$-E_A + R_1I_1 + R_2I_1 + R_3I_1 - R_3I_2 - E_B = 0$$

$$-30 + 15I_1 + 15I_1 + 20I_1 - 20I_2 - 15 = 0$$

$$-45 + 50I_1 - 20I_2 = 0$$

$$50I_1 - 20I_2 = 45 \qquad \textit{Equação 1.}$$

Malha 2:

$$E_B + R_3I_2 - R_3I_1 + R_4I_2 + R_5I_2 = 0$$

$$15 + 20I_2 - 20I_1 + 5I_2 + 10I_2 = 0$$

$$15 + 35I_2 - 20I_1 = 0$$

$$35I_2 - 20I_1 = -15 \qquad \textit{Equação 2.}$$

Para resolver o problema do sistema, devemos retirar da equação um das incógnitas. Esta operação é feita através de fatoração das equações lineares, 1 e 2:

$\mathbf{50I_1 - 20I_2 = 45}$ (x7) = $\mathbf{350I_1 - 140I_2 = 315}$

$\mathbf{-20I_1 + 35I_2 = -15}$ (x4) = $\mathbf{-80I_1 + 140I_2 = -60}$

Depois da multiplicação de todos os termos das equações lineares 1 e 2, por um valor que possa retirar uma das duas incógnitas, devemos somar as duas equações: (Fatoração)

$\mathbf{350I_1 \cancel{- 140I_2} = 105}$

$\underline{\mathbf{-80I_1 \cancel{+ 140I_2} = -60}}$

$\mathbf{270I_1 + 0 = 255}$

$\mathbf{270I_1 = 255}$

$$\mathbf{I_1 = \frac{255}{270}}$$

$\mathbf{I_1 = 0,9444A}$ ➔ ***Resultado 1*** →Corrente elétrica da Malha 1.

Temos que substituindo o valor encontrado (Resultado 1), em qualquer uma das equações 1 ou 2, para encontrar o valor da corrente $\mathbf{I_2}$, então:

$\mathbf{50I_1 - 20I_2 = 45}$

$\mathbf{50.0,9444 - 20I_2 = 45}$

$\mathbf{47,22 - 20I_2 = 45}$

$\mathbf{-20I_2 = 45 - 47,222}$

$\mathbf{-20I_2 = -2,222}$ ***x -1***

$\mathbf{20I_2 = 2,222}$

$$\mathbf{I_2 = \frac{2,222}{20}}$$

$\mathbf{I_2 = 0,1111A}$ ➔ ***Resultado 2*** →Corrente elétrica da Malha 2.

Calculando a corrente resultante das correntes $\mathbf{I_1}$ e $\mathbf{I_2}$ no nó ***"N"*** a corrente $\mathbf{I_3}$:

$\mathbf{I_1 = I_2 + I_3}$

$\mathbf{I_3 = I_1 - I_2}$

$\mathbf{I_3 = 0,9444 - 0,1111}$

$\mathbf{I_3 = 0,8333A}$

Temos então definidas as 3 correntes:

$I_1 = 0,9444A$	$I_2 = 0,1111A$	$I_3 = 0,8333A$

Resta agora fazer o levantamento energético do circuito, aplicando ***LKT***:

A queda de tensão nos resistores:

$$E_{R1} = 15.0,9444 = 14,167V$$
$$E_{R2} = 15.0,9444 = 14,167V$$
$$E_{R3} = 20.0,8333 = 16,667V$$
$$E_{R4} = 5.0,1111 = 0,5555V$$
$$E_{R1} = 10.0,1111 = 1,1111V$$

Descrevendo o sistema elétrico com todos os valores encontrado, utilizando as regras da ***LKC*** e ***LKT***, as ***Leis de Kirchhoff***.

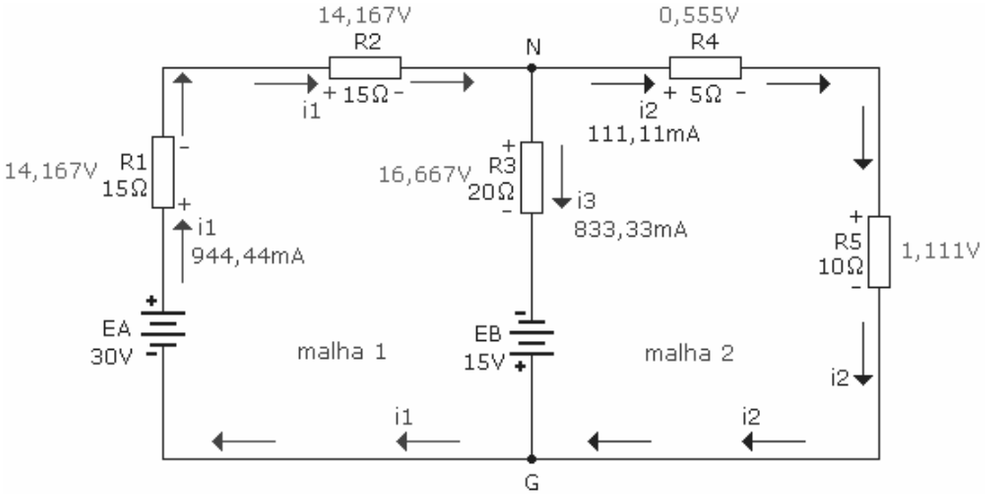


FIGURA 35

Escrevendo as equações LKT:

Malha1:

$$-30 + 15I_1 + 15I_1 + 20I_1 - 20I_2 - 15 = 0$$
$$-30 + 15.0,9444 + 15.0,9444 + 20.0,9444 - 20.0,1111 - 15 = 0$$
$$-30 + 14,167 + 14,167 + 18,889 - 2,222 - 15 = 0$$
$$-47,222 + 47,223 \approx 0$$

Malha 2:

$$15 + 20I_2 - 20I_1 + 5I_2 + 10I_2 = 0$$
$$15 + 20.0,1111 - 20.0,9444 + 5.0,1111 + 10.0,1111 = 0$$

$$15 + 2,222 - 18,889 + 0,5555 + 1,111 = 0$$
$$18,8885 - 18,889 \approx 0$$

Malha Externa:

$$-30 + 15I_1 + 15I_1 + 5I_2 + 10I_2 = 0$$
$$-30 + 15.0,9444 + 15.0,9444 + 5.0,1111 + 10.0,1111 = 0$$
$$-30 + 14,166 + 14,166 + 0,5555 + 1,111 = 0$$
$$-30 + 29,9985 \approx 0$$

4.10.4. Lei de Kirchhoff para tensão – LKT – Tensão Nodal.

Vamos resolver o mesmo exercício, porém agora analisando as correntes nos "nós", daí o nome de tensão nodal, uma vez que na junção formada pelos resistores R1, R2 e R3 existe também uma tensão, um potencial. Denominaremos esse ponto de *"N"*.

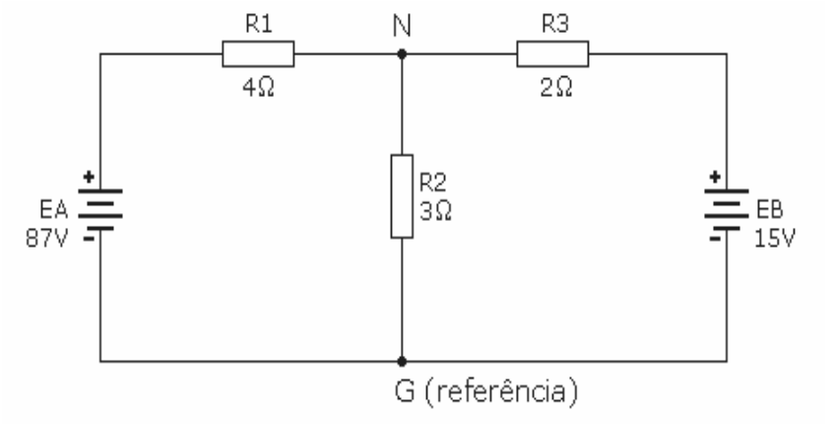


FIGURA 36

Daí então, ***N*** e ***G*** são os nós principais.

Vamos polarizar o circuito (as duas malhas), levando-se em consideração o sentido real da corrente em cada malha: do (-) para o (+).

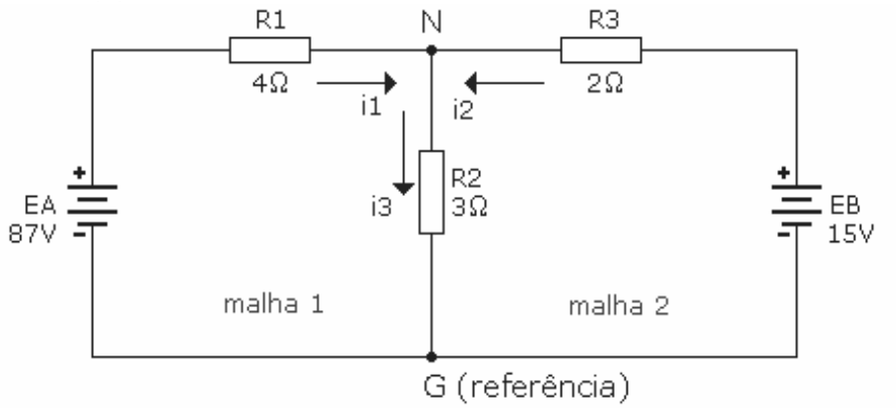


FIGURA 37

As correntes I_1 e I_2 entram no "nó", enquanto a corrente I_3 sai (suposição adotada para a corrente I_3).

$$I_1 + I_2 - I_3 = 0$$

$$I_3 = I_1 + I_2$$

Para calcular as correntes, devemos conhecer a tensão nodal:

$$I_3 = \frac{E_N}{R_2}$$

$$I_1 = \frac{E_A - E_N}{R_1}$$

$$I_2 = \frac{E_B - E_N}{R_3}$$

Calculando E_N (tensão nodal). Lembrando que E_N é a tensão nos extremos do resistor R2 (pontos N e G).

$$\frac{E_N}{R_2} = \frac{E_A - E_N}{R_1} + \frac{E_B - E_N}{R_3}$$

$$\frac{E_N}{3} = \frac{87 - E_N}{4} + \frac{15 - E_N}{2}$$

Calculando o MMC da equação acima, temos: $MMC = 12$

$$4(E_N) = 3(87 - E_N) + 6(15 - E_N)$$

$$4E_N = 261 - 3E_N + 90 - 6E_N$$

$$13E_N = 351$$

$$E_N = \frac{351}{13}$$

$$E_N = 27V$$

Assim:

$$I_3 = \frac{E_N}{R_2} = \frac{27}{3} = 9A$$

$$I_1 = \frac{E_A - E_N}{R_1} = \frac{87 - 27}{4} = \frac{60}{4} = 15A$$

$$I_2 = \frac{E_B - E_N}{R_3} = \frac{15 - 27}{2} = \frac{-12}{2} = -6A$$

Como a corrente $\boldsymbol{I_2 = -6A}$, então o seu sentido deve ser invertido, passando a sair do nó ao invés de entrar.

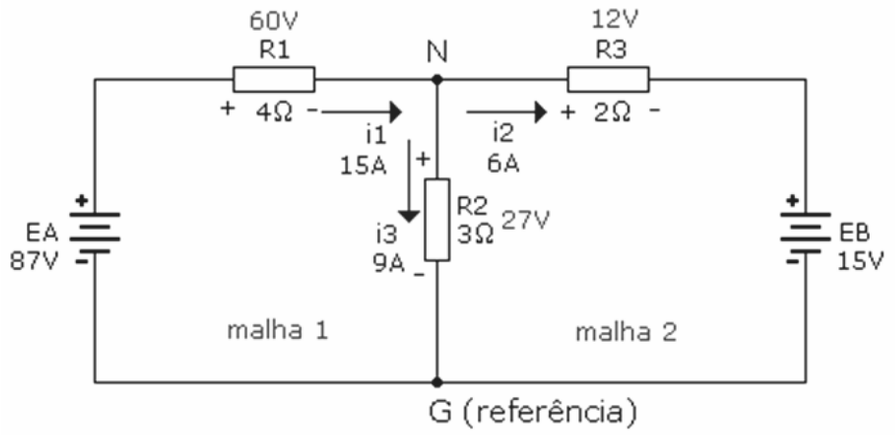


FIGURA 38

Partindo do enunciado da ***LKC***, em que a soma das correntes que entram em um nó é igual à soma das correntes que saem, então:

$$\boldsymbol{I_1 = I_2 + I_3}$$
$$\boldsymbol{15 = 6 + 9}$$
$$\boldsymbol{15 = 15}$$
$$\boldsymbol{I_1 - I_2 - I_3 = 0}$$
$$\boldsymbol{15 - 9 - 6 = 0}$$

4.10.5. Lei de Kirchhoff para tensão – ***LKT*** – Superposição.

Outra forma de analisar uma rede ***DC*** é através do método da superposição, onde devem estar presentes também os conhecimentos e fundamentos teóricos da ***LKT*** e ***LKC***.

Tomemos como exemplo o mesmo circuito:

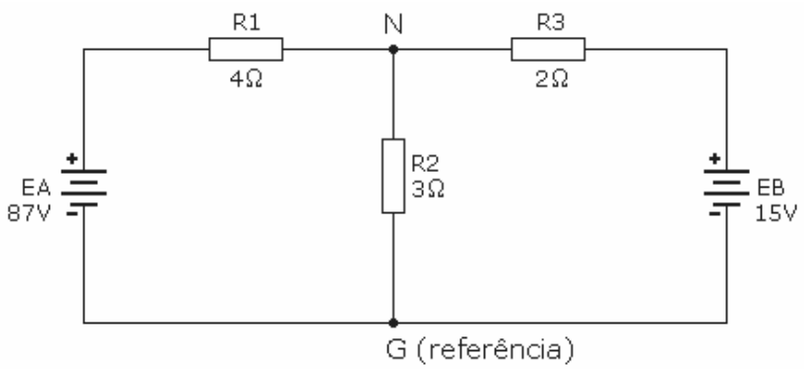


FIGURA 39

Ao utilizar o método da superposição para analisar uma rede ***DC***, devemos levar em consideração o efeito de cada uma das fontes (***EA*** e ***EB***) separadamente.

- Efeito $\boldsymbol{E_A}$

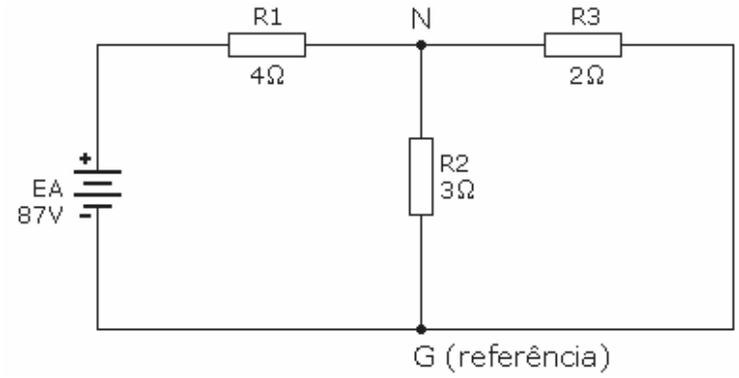


FIGURA 40

Elimina-se ***EB***, colocando um curto na mesma.

Calcula-se a corrente e seu sentido em cada um dos resistores (adotaremos o sentido real).

Teremos então a resistência total ou equivalente:

$$\boldsymbol{R_x = \frac{R_2 . R_3}{R_2 + R_3}}$$

$$\boldsymbol{R_x = \frac{3.2}{3+2}}$$

$$\boldsymbol{R_x = \frac{3.2}{3+2}}$$

$$\boldsymbol{R_x = \frac{6}{5}}$$

$$\boldsymbol{R_x = 1,2\Omega}$$

$$\boldsymbol{R_{eq} = 1,2 + 4}$$

$$\boldsymbol{R_{eq} = 5,2\Omega}$$

A corrente total, a qual está referindo como $\boldsymbol{I_A}$ será:

$$\boldsymbol{I_A = \frac{E_A}{R_{eq}} = \frac{87}{5,2}}$$

$$\boldsymbol{I_A = 16.73A}$$

Pela regra do Divisor de Corrente, temos:

$$\boldsymbol{I_B = \frac{I_A . R_3}{R_2 + R_3} = \frac{16,73.2}{2+3} = \frac{33,46}{5} = 6,692A}$$

$$I_C = \frac{I_A . R_2}{R_2 + R_3} = \frac{16,73.3}{2+3} = \frac{50,19}{5} = 10,039A$$

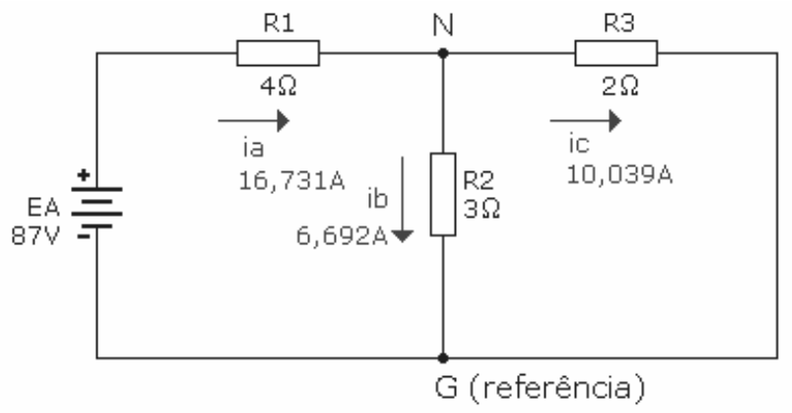


FIGURA 41

- Efeito de EB.

Elimina-se EA, colocando um curto na mesma.

Calcula-se a corrente e seu sentido em cada um dos resistores (adotaremos o sentido real).

Teremos então:

$$R_x = \frac{R_1 . R_2}{R_1 + R_2}$$

$$R_x = \frac{4.3}{4+3}$$

$$R_x = \frac{12}{7}$$

$$R_x = 1,714\Omega$$

$$R_{eq} = 2 + 1,714$$

$$R_{eq} = 3,714\Omega$$

A corrente total, na qual estamos nos referindo como I_D será:

$$I_D = \frac{15}{3,714} = 4,039A$$

$$I_E = \frac{4,039.4}{4+3} = \frac{16,156}{7} = 2,308A$$

$$I_F = \frac{4,039.3}{4+3} = \frac{12,117}{7} = 1,731A$$

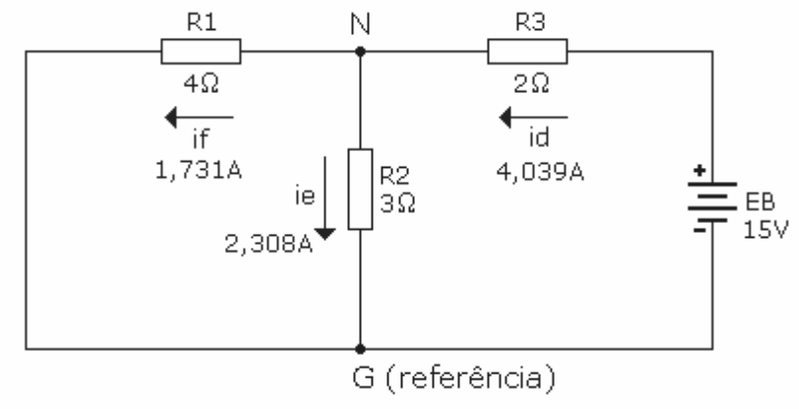


FIGURA 42

Devemos fazer a sobreposição das duas malhas.
Correntes representadas por setas no mesmo sentido somam-se, enquanto que deverão ser subtraídas as correntes representadas por setas opostas.
A figura a seguir mostra o resultado final.

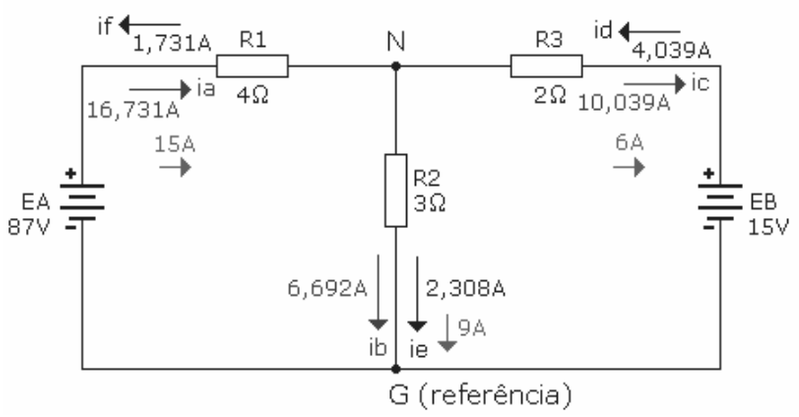


FIGURA 43

Observe que a corrente de 15A entra na junção e as correntes de 6A e 9A saem da junção, o que satisfaz plenamente o conceito de LKC.
CONCLUSÃO: em qualquer um dos métodos que for adotado para a análise, o resultado deverá ser o mesmo.
Veja na figura abaixo o levantamento energético do circuito, segundo LKT (lei das malhas)
Observe que a polarização final obedece ao sentido das setas, ou seja, a entrada da seta representa o polo (+).

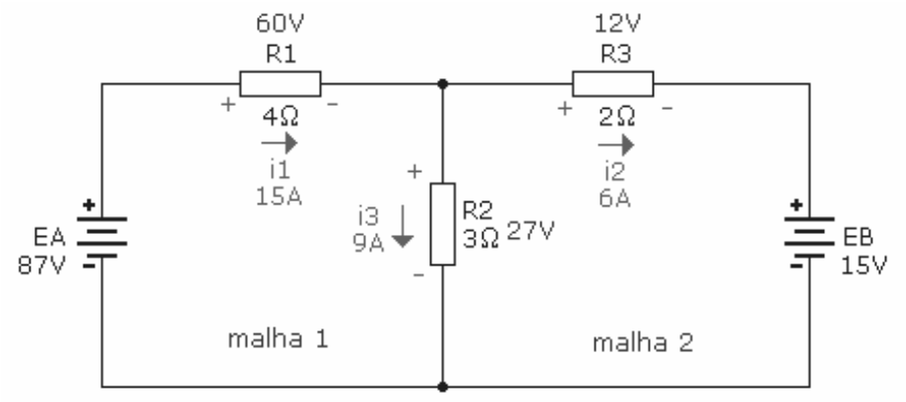


FIGURA 44

Você deve ter observado que para o mesmo circuito foram utilizados os três métodos propostos nesta apostila para a sua análise.

Análise de correntes nas malhas / Análise de tensão nodal / Superposição.

O mais importante é que os resultados são iguais. A escolha do método de análise não muda os resultados finais.

Observação:

Quando aplicamos as Leis de Kirchhoff e encontramos um resultado negativo para uma corrente, entendemos que o sentido arbitrado para dar inicia à resolução do problema não era o verdadeiro. O valor encontrado, porém, é o real.

CAPÍTULO 5

5. Teorema de *Thévenin* / *Norton* / Máxima Transferência de Potência.

5.1. Teorema de *Thévenin*.

O teorema de *Thévenin*, também conhecido como teorema de *Helmholtz-Thévenin*, é uma aplicação do teorema da superposição, criada pelo engenheiro telegrafista francês Léon Charles Thévenin (1857 1926), que estendeu a Lei de Ohm à análise de circuitos elétricos complexos. Consiste num método usado para transformar um circuito complexo num circuito simples e equivalente. O teorema de Thévenin afirma que todo circuito composto por elementos lineares pode ser substituído por um gerador de força eletromotriz ***Eth*** (Fonte de tensão) em série com uma resistência ***Rth***, constituindo o *GERADOR EQUIVALENTE DE THÉVENIN*, visto na figura abaixo:

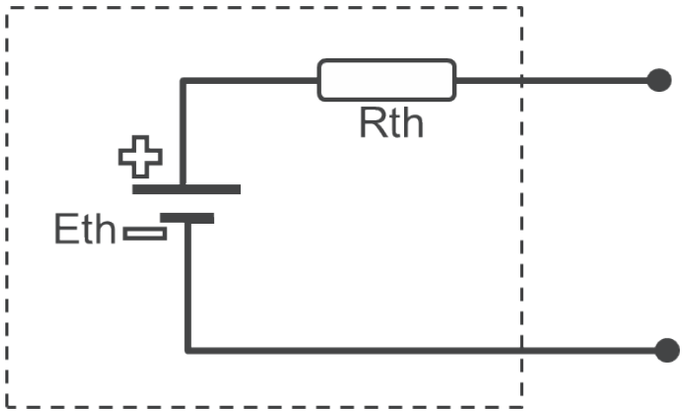
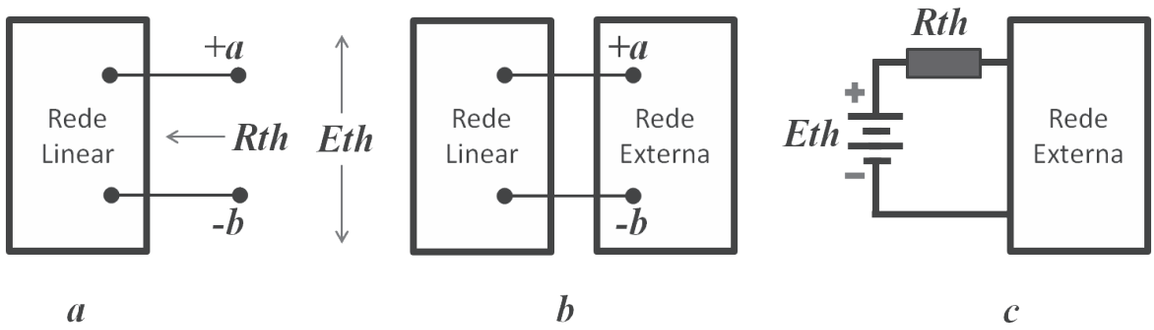


FIGURA 45

Neste gerador, a fonte: ***(Eth)*** corresponde à tensão vista entre dois pontos de um elemento específico, retirado do circuito sem a carga, e a resistência ***(Rth)*** do circuito de Thévenin, corresponde à resistência equivalente entre as mesmas partes, considerando a fonte de tensão curto-circuitada. Podemos dizer também que:

"Para determinar a corrente em um resistor $\boldsymbol{R}$ ligado a dois terminais de uma estrutura que contem fontes de força eletromotriz e resistores, ***a estrutura pode ser substituída*** por uma única fonte com um resistor $\boldsymbol{R_o}$ em série. Esta força eletromotriz única, designada por $\boldsymbol{E_o}$ é igual à diferença de potencial entre os terminais da estrutura quando o resistor $\boldsymbol{R}$ é retirado; o resistor $\boldsymbol{R_o}$ é igual à resistência equivalente da estrutura sem o resistor $\boldsymbol{R}$, isto é, a resistência da estrutura vista dos terminais de onde foi retirado o resistor $\boldsymbol{R}$."

Circuito equivalente Thevenin com Eth em série com Rth



a *b* *c*

FIGURA 46

5.2. Teorema de Norton.

O teorema der Norton é utilizado para simplificar uma rede em termos de corrente em vez de tensão. Este teorema foi criado por Edward Lawry Norton (1898 19830), engenheiro e cientista da Bell Labs. Para análise de correntes, este teorema pode ser usado para produzir uma rede a um circuito simples em paralelo com uma fonte de corrente, que fornece uma corrente de linha total que pode ser subdividida em ramos paralelos.

O símbolo para a fonte de corrente é um círculo com uma seta dentro, que indica o sentido da corrente. Este sentido deve ser o mesmo que a corrente produzida pela polaridade da fonte de tensão do circuito analisado.

O teorema de Norton afirma que qualquer rede ligada aos terminais ***a*** e ***b*** pode ser substituída por uma única fonte de corrente $\boldsymbol{I_N}$ em paralelo com uma única resistência $\boldsymbol{R_N}$. $\boldsymbol{I_N}$ é igual à corrente de curto-circuito através dos terminais ***ab*** (a corrente que a rede produziria através de ***a*** e ***b*** com um curto-circuito entre esses dois terminais). A resistência $\boldsymbol{R_N}$ é a resistência nos terminais ***a*** e ***b***, olhando por trás, a partir dos terminais abertos ***ab***. O valor desse resistor único, é o mesmo para os dois circuitos equivalentes: Norton e Thevenin.

Como auxilio na aplicação do teorema de Norton, pode-se empregar uma equação de divisor de corrente, o que permitirá determinar a corrente de carga em uma única etapa.

$$\boldsymbol{I_L = \frac{I_n . R_n}{R_n + R_L}}$$

Circuito equivalente Norton com In e Rn em paralelo

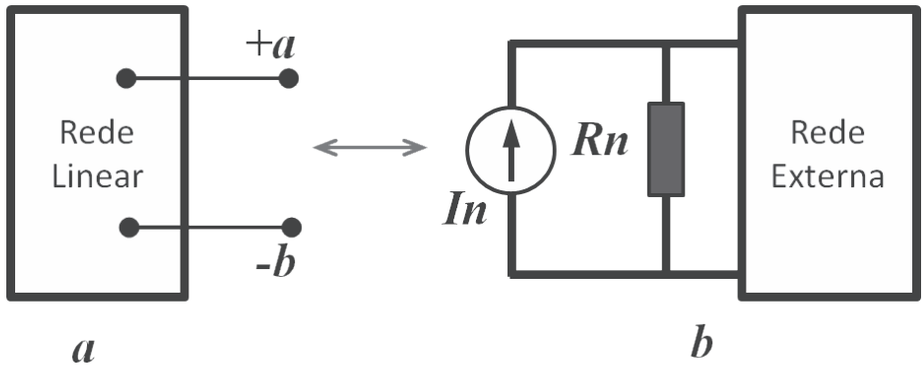


FIGURA 47

5.3. Teorema da máxima transferência de potência.

A potência máxima é fornecida pela fonte de tensão e recebida pelo resistor de carga, se o valor do resistor de carga for igual ao da resistência interna da fonte de tensão.

Desta forma, para uma transferência máxima de potência, temos:

$$R_L = R_i$$

E a potência que chega à carga é:

$$P_L = I^2 . R_L$$ onde:

$$I = \frac{E}{R_i + R_L}$$

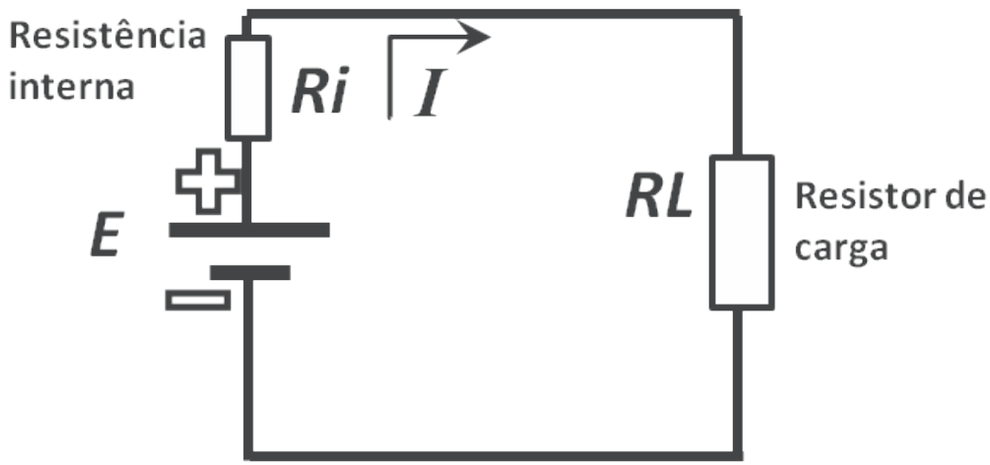


FIGURA 48

CAPÍTULO 6

6. Associação de Indutores.

6.1. Indutância.

É a propriedade que tem um corpo condutor de fazer aparecer em si mesmo ou noutro condutor uma força eletromotriz induzida. Para que seja criada uma força eletromotriz induzida num condutor, é necessário que o mesmo esteja submetido a um campo magnético variável. Portanto, a indutância de um corpo é uma propriedade que só se manifesta quando a corrente que passa pelo corpo varia de valor, o que produz um campo magnético variável, ao qual está submetido o próprio corpo ou outro condutor. Indutores são dispositivos passivos utilizados tanto em circuitos elétricos e em circuitos eletrônicos. A sua função é de armazenar energia na forma de campo magnético, ele é formado por um fio enrolado de tal forma a concentrar o campo magnético produzido quando o condutor é percorrido por uma corrente elétrica. O resultado é que a corrente que percorre o indutor torna-se dependente do fluxo magnético gerado. Um corpo pode apresentar pequena ou grande indutância, conforme suas características físicas. Como unidade de indutância foi escolhida o ***HENRY*** (***H***). A unidade *Henry* é em homenagem ao cientista americano ***Joseph Henry*** (1797 1878), por seus trabalhos no campo da indução eletromagnética, eletroímãs reles eletromagnéticos e dos motores elétricos. Um corpo condutor tem uma autoindutância de ***1 HENRY***, quando é capaz de produzir em si mesmo uma força eletromotriz induzido de ***1 Volts***, sempre que é percorrido por uma corrente que varia na razão de ***1 AMPERE POR SEGUNDO***.

6.2. Cálculo do Coeficiente de Autoindutância.

O valor que exprime a possibilidade que um corpo condutor tem de induzir em si mesmo uma força eletromotriz é o *Coeficiente de Autoindutância* desse corpo. A mesma variação de corrente em vários corpos condutores poderá produzir tensões induzidas de valores diferentes nos mesmos, conforme o coeficiente de autoindutância de cada um. É fácil concluir que o valor médio da força eletromotriz induzida por autoindução é:

$$\boldsymbol{E = -L\frac{\Delta i}{\Delta t}}$$

Onde:

E = Valor médio da ***FEM*** induzida, em ***Volts*** (***V***);

L = Coeficiente de autoindutância em ***Henry*** (***H***);

Δi = Variação da corrente no condutor, ***Ampéres*** (***A***);

Δt = Tempo decorrido durante a variação da corrente, em ***Segundos*** (***s***);

$\frac{\Delta \boldsymbol{i}}{\Delta \boldsymbol{t}}$ = Razão de variação da corrente (rapidez com que a corrente varia, em ***Ampéres***/***Segundos*** (***A***/***s***)).

6.3. Associação de Indutância.

A associação de indutores deve ser considerada sob dois aspectos: *Sem Indutância Mútua* e *Com Indutância Mútua*. Em qualquer dos dois casos, podemos associar as indutâncias em série e em paralelo.

- Na associação em ***série sem indutância mútua***, as bobinas deverão estar dispostas de tal modo que o campo magnético de uma não interfira no campo magnético da outra. Como estarão em série, a mesma corrente fluirá em todas, e elas estarão sujeitas à mesma variação de corrente. A FEM total no circuito série é:

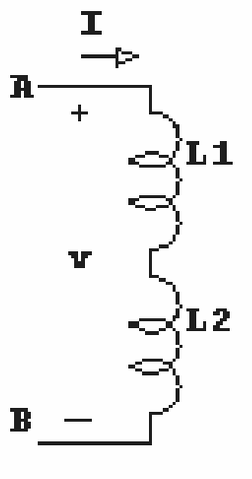


FIGURA 49

$$\boldsymbol{E_t = E_1 + E_2 + E_3 + \cdots}$$

De acordo com o que já foi explicado:

$$\boldsymbol{L_t = \frac{E_t}{\Delta i/\Delta t} = \frac{E_1 + E_2 \ldots}{\Delta i/\Delta t} = \frac{E_1}{\Delta i/\Delta t} = \frac{E_2}{\Delta i/\Delta t} + \cdots}$$

$$\boldsymbol{L_t = L_1 + L_2 + L_3 + \cdots}$$

- Na associação em ***paralelo sem indutância mútua*** não haverá acoplamento magnético entre elas e a força contra eletromotriz induzida será a mesma em todos os indutores. Cada braço do circuito apresentará uma razão de variação de corrente diferente (A não ser que todos os braços apresentem a mesma autoindutância). Do exposto, temos:

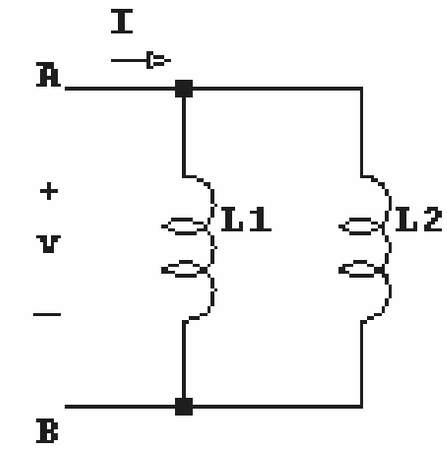


FIGURA 50

$$L_t = \frac{E_t}{\Delta i_1 + \Delta i_2 + \Delta i_3 + \cdots / \Delta t}$$

Ou,

$$\frac{1}{L_t} = \frac{(\Delta I_1 + \Delta I_2 + \cdots)/\Delta t}{E} = \frac{\Delta i_1}{E} + \frac{\Delta i_2}{E} + \cdots$$

Como, $E = \Delta I_n . L_n$

É substituído o valor da FEM (E) nas razões da equação acima e efetuando as devidas simplificações, obtemos a equação abaixo, para o cálculo da indutância equivalente ou total do circuito elétrico com indutores.

$$\frac{1}{L_t} = \frac{1}{L_1} + \frac{1}{L_2} + \frac{1}{L_3} + \cdots \frac{1}{L_n}$$

Na associação com indutância mútua, temos as seguintes expressões para o cálculo da indutância equivalente ou total:

- Em Série

$$L_t = L_1 + L_2 + L_3 + \cdots \pm 2M$$

O sinal de (+) é utilizado quando as forças eletromotrizes induzidas mutuamente se somam às de autoindução. O sinal de (-) é utilizado quando as forças eletromotrizes induzidas mutuamente se opõem às de autoindução.

- Em Paralelo

$$L_t = \frac{L_1 L_2 - M^2}{L_1 + L_2 \pm 2M}$$

O sinal de (-) é utilizado no denominador quando os indutores se ajudam mutuamente; o sinal de (+) é utilizado quando estão em oposição.

CAPÍTULO 7

7. Associação de Capacitores.

7.1. Capacitor e capacitância.

Capacitor é qualquer conjunto formado por dois condutores separados por um isolante. Os condutores são as ***Placas*** ou ***Armaduras*** do capacitor, e o isolante é o seu ***Dielétrico***.

Um capacitor é utilizado para armazenar cargas elétricas em forma de campo elétrico. Quando suas placas são ligadas aos terminais de uma fonte, a que é ligada ao negativo recebe elétrons do mesmo, e da outra placa saem elétrons para o terminal positivo da fonte. A tensão entre as placas do capacitor é resultante das cargas adquiridas pelas mesmas. A intensidade de corrente de carga é máxima no instante em que as placas são ligadas, e cai a zero quando elas adquirem potencial iguais a da fonte de tensão.

A carga de um capacitor é a carga de uma de suas placas, elas apresentam, evidentemente, cargas de valores iguais embora de sinais opostos. Quanto maior a carga de um capacitor, maior a DDP entre as placas.

Dá-se o nome de ***Capacitância (C)*** de um capacitor ou condensador à carga que o mesmo deve receber, para que entre suas placas se estabeleça uma DDP unitária. A unidade de capacitância é o ***Coulomb por Volts*** (***C/V***) ou ***Farad*** (***F***), esta unidade foi dada em homenagem ao cientista britânico ***Michael Faraday*** (1791 1867), por seus trabalhos no campo da eletricidade, eletroquímica e magnetismo.

O *Farad* exprime a capacitância de um capacitor que precisa receber uma carga de *Um Coulomb* para que entre as suas placas se estabeleça uma *DDP* de *Um Volt*. Concluímos que:

$$C = \frac{Q}{E}$$

Onde:

C = Capacitância em *Farad (F);*

Q = Carga adquirida pelo capacitor, em *Coulomb (C);*

E = Tensão entre as placas do capacitor, em *Volts (V).*

A capacitância de um capacitor depende inversamente da distância entre as suas placas (espessura do dielétrico), diretamente da área útil de um dos lados de uma de suas placas e do dielétrico. Variação de temperatura e umidade pode alterar a capacitância e são fatores que devem ser levados em conta quando se faz uso do capacitor.

7.2. Associação de capacitores.

Os capacitores podem ser ligados em série, paralelo ou numa configuração mista, ou seja, capacitores ligados em série com outros ligados em paralelo. Desta forma podem ser substituídos por um capacitor equivalente, tal que a relação entre ***E*** (*Tensão*) e ***I*** (Corrente elétrica) nos terminais da associação seja igual a relação entre ***E*** (*Tensão*) e ***I*** (Corrente elétrica) na capacitância equivalente.

Quando os capacitores são interligados em série, como na figura abaixo, a capacitância do conjunto é menor do que qualquer um dos valores utilizados na ligação e pode ser calculado com a seguinte equação:

A equação abaixo pode ser utilizada para qualquer quantidade de capacitores na associação série.

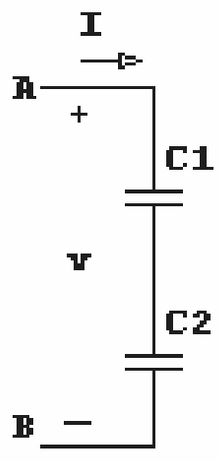


FIGURA 51

$$\frac{1}{C_{eq}} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3} \ldots + \frac{1}{C_n}$$

Onde:

C_{eq} = Capacitância equivalente ou total;

$C_1\ C_2\ C_3$ etc,= Capacitância dos capacitores da associação.

Se todos os capacitores forem do mesmo valor, bastará dividir o valor de um capacitor pelo o número de componentes utilizados:

$$C_{eq} = \frac{C}{n}$$

Onde:

C_{eq} = Capacitância equivalente ou total*;*

C = Valor de um dos capacitores;

n = Número de capacitores utilizados na associação*.*

Caso haja somente dois capacitores na associação, pode ser útil a utilização da equação seguinte. Pois, basta multiplicar seus valores e dividir o resultado pela soma dos mesmos.

$$C_{eq} = \frac{C_1 . C_2}{C_1 + C_2}$$

Quando um conjunto de capacitores em série é ligado a uma fonte de corrente contínua, todos os capacitores apresentam cargas iguais (de acordo com o processo de carga por indução), sejam quais forem suas capacitâncias:

$$Q_{eq} = Q_1 = Q_2 = Q_3 = \cdots Q_N$$

Q_{eq} = Carga do conjunto de capacitores ou carga total fornecida pela fonte*;*

$Q_1\ Q_2\ Q_3$ = Cargas dos diversos capacitores da associação.

De acordo com a definição de capacitância, a tensão em cada capacitor é tanto maior quanto menor é a sua capacitância, porque todos apresentam a mesma carga. A tensão entre os terminais do conjunto é igual à soma das tensões parciais.

$$E_t = E_1 + E_2 + E_3 + \cdots E_N$$

E_t = DDP entre os terminais do conjunto*;*

$E_1\ E_2\ E_3$ = tensões entre os terminais dos diversos capacitores.

A associação em paralelo de capacitores ou condensadores, como na figura abaixo, a capacitância equivalente ou total é a soma das capacitâncias parciais.

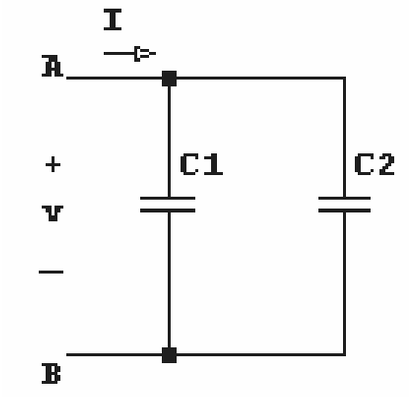


FIGURA 52

$$C_{eq} = C_1 + C_2 + C_3 + \cdots C_n$$

Onde:

C_{eq} = Capacitância equivalente ou total*;*

$C_1\, C_2\, C_3$ = Capacitâncias parciais.

Neste caso, a tensão entre os terminais do conjunto é a mesma que existe entre os terminais da cada capacitor:

$$E_t = E_1 = E_2 = E_3 = \cdots E_N$$

E_t = DDP entre os terminais do conjunto*;*

$E_1\, E_2\, E_3$ = tensões entre os terminais dos diversos capacitores.

Da definição de capacitância conclui-se que cada capacitor adquire uma carga diferente, (a não ser que todos tenham a mesma capacitância), diretamente proporcional à sua capacitância, e que a carga total é a soma das cargas parciais:

$$Q_{eq} = Q_1 + Q_2 + Q_3 + \cdots Q_N$$

Onde:

Q_{eq} = Carga do conjunto de capacitores ou carga total fornecida pela fonte*;*

$Q_1\, Q_2\, Q_3$ = Cargas dos diversos capacitores da associação.

Associação mista, os resultados são combinações dos obtidos com as ligações série e paralela, já estudadas.

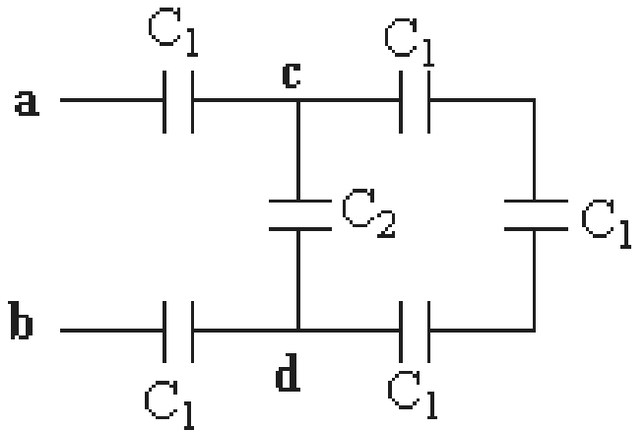


FIGURA 53

7.3. Rigidez dielétrica.

Os átomos do isolante colocados entre as placas de um capacitor ficam submetidos ao campo elétrico entre elas. Os elétrons de Valência se sentem atraídos pela placa com carga positiva e os núcleos são atraídos pela placa negativa. Essas atrações não são normalmente suficientes para liberar elétrons dos átomos, mas quando as cargas das placas atingem determinados valores pode acontecer o fenômeno em questão, e se estabelecer uma corrente elétrica através do material até então isolante.

A tensão que existe entre as placas do capacitor quando isto ocorre é chamada ***Tensão de Ruptura***. Os capacitores trazem indicado geralmente em seu invólucro a tensão máxima ou a tensão normal de trabalho que pode existir entre as placas, sem que haja ruptura, com a consequente inutilização do componente.

Entre as características de um isolante cumpre destacar a sua ***Rigidez Dielétrica***, que é a tensão necessária para causar a ruptura de uma amostra do material com uma espessura unitária. Em geral a tensão é expressa em quilo volts e a espessura em milímetros ou centímetros. Portanto, podemos expor que:

$$\boldsymbol{Rigidez\ dielétrica} = \frac{\boldsymbol{E_r}}{\boldsymbol{e}}$$

$\boldsymbol{E_r}$ = Tensão de ruptura;

$\boldsymbol{e}$ = Espessura do isolante

TABELAS

Tabela de prefixos métricos utilizados em eletricidade e eletrônica:

Prefixo	Símbolo	Valor	Potência de Dez
Exa	E	1 000 000 000 000 000 000	10^{18}
Peta	P	1 000 000 000 000 000	10^{15}
Tera	T	1 000 000 000 000	10^{12}
Giga	G	1 000 000 000	10^{9}
Mega	M	1 000 000	10^{6}
Kilo	K	1 000	10^{3}
Unidade	U	1	10^{0}
Mili	m	0,001	10^{-3}
Micro	µ	0,000 001	10^{-6}
Nano	n	0,000 000 001	10^{-9}
Pico	p	0,000 000 000 001	10^{-12}
Femto	f	0,000 000 000 000 001	10^{-15}
Atto	a	0,000 000 000 000 000 001	10^{-18}

GRANDEZA	UNIDADE	x 1000	x 1000.000	/ 1000	/ 1000.000
Tensão	Volts (V)	kV	MV	mV	µV
Corrente	Ampére (A)	kA	MA	mA	µA
Resistência	Ohm (Ω)	kΩ	MΩ	mΩ	µΩ
Potência	Watt (W)	kW	MW	mW	µW

Resistores Comerciais			
Para obter os demais valores basta multiplicar por: 10, 10^2, 10^3, 10^4, 10^5, 10^6.			
1.0ohm	1.1ohm	1.2ohm	1.3ohm
1.5ohm	1.6ohm	1.8ohm	2.0ohm
2.2ohm	2.4ohm	2.7ohm	3.0ohm
3.3ohm	3.6ohm	3.9ohm	4.3ohm
4.7ohm	5.1ohm	5.6ohm	6.2ohm
6.8ohm	7.5ohm	8.2ohm	9.1ohm

CURSO TÉCNICO EM

TELECOMUNICAÇÕES

ETAPA 1

ELETRONICA ANALÓGICA APLICADA

CONTEÚDO: **Eletrônica Analógica**

OBJETIVOS DA DISCIPLINA:

- Compreender o conceito de eletrônica. Conhecer as principais descobertas que contribuíram para a evolução, aplicações práticas da eletrônica.
- Compreender a estrutura do átomo e suas partículas elementares. Reconhecer as características dos materiais condutores, isolantes e semicondutores de eletricidade e os processos de dopagem.
- Compreender a estrutura básica do diodo semicondutor de junção. Reconhecer as curvas características de operação do diodo semicondutor de junção.
- Empregar os termos técnicos adequados e os dados necessários à especificação do diodo semicondutor.
- Compreender o processo de transformação do sinal alternado em contínuo pela aplicação dos diodos semicondutores.
- Reconhecer os tipos de processos de retificação e suas respectivas características. Empregar corretamente as equações matemáticas que descrevem os processos de retificação.
- Conhecer o transistor de junção bipolar, componente que revolucionou a tecnologia. Compreender o funcionamento e a operação do transistor em diversas aplicações práticas.

CARGA HORÁRIA TOTAL DA DISCIPLINA: 40 AULAS

DISTRIBUIÇÃO DOS PONTOS

1º BIMESTRE

ATIVIDADES	PONTUAÇÃO
CRITÉRIO DO PROFESSOR	20 pts.
PROVA BIMESTRAL	20 pts.

2º BIMESTRE

ATIVIDADES	PONTUAÇÃO
CRITÉRIO DO PROFESSOR	20 pts.
MOSTRA TECNOLÓGICA	10 pts.
PROVA BIMESTRAL	30 pts.

REFERÊNCIAS:

Básica

- MALVINO, Albert Paul - **Eletrônica** - Volumes 1 e 2 - 4ª edição - São Paulo - Makron Books - 1995.
- BOYLESTAD, Robert & Nashelski, Louis - **Dispositivos Eletrônicos e Teoria dos Circuitos** - 5ª ed., Rio de Janeiro - Prentice – Hall do Brasil Ltda. - 1997.

Complementar

- PERTENCE JÚNIOR, Antônio. **Amplificadores Operacionais e Filtros Ativos** - 5ª ed. – São Paulo - McGraw Hill - 1996.
- CRUZ, Eduardo Cesar Alves; CHOUERI Jr, Salomão; MARQUES, Ângelo Eduardo – **Dispositivos Semicondutores-Diodos e Transistores: Eletrônica Analógica** – 12ª ed. – Érica.
- Sites da Internet

Sumário

1.INTRODUÇÃO A ELETRÔNICA 240

2.FÍSICA DOS SEMICONDUTORES 242

2.1.Estrutura Atômica 242
2.2. Materiais Condutores 244
2.3. Materiais Isolantes 245
2.4. Materiais Semicondutores 245
2.4.1. Níveis de Energia 246
2.4.2. Estrutura Atômica do Germânio e do Silício 247
2.4.3. Semicondutor Intrínseco (Materiais intrínsecos) 248
2.4.4. Semicondutor Extrínseco (Materiais Extrínsecos) 249
2.4.5. Fluxo de Elétrons X Lacunas 250
2.4.6. Carregadores Majoritários e Carregadores Minoritários 251

3. DIODO 252

3.1. Camada de Depleção e Barreira de Potencial 252
3.2. Polarização do Diodo 253
3.3. Dispositivos Lineares e Não Lineares 255
3.4. Curva Característica do Diodo 256
3.4.1. Tensão de Joelho 256
3.4.2. Especificações de Potência do Diodo 258
3.4.3. Resistor limitador de corrente 258
3.5. Aproximações com diodos 259
3.5.1. Diodo Ideal (1ª Aproximação) 259
3.5.2. Diodo (2ª Aproximação) 260
3.5.3. Diodo (3ª Aproximação) 260
3.6. Reta de Carga ou Linha de Carga 261
3.7. Resistência CC do diodo 263
3.7.1. Potências de Dez 263
3.8. Configuração Série de Diodos com entrada DC(contínua) 264
3.9. Configuração em paralelo de Diodos com entrada DC(contínua) 265

4. TRANSFORMADOR 267

4.1. A Onda Senoidal 268

5. RETIFICADORES 272

5.1. Introdução 272
5.2. Retificador de Meia Onda 272
5.3. Retificador de Onda Completa com Tap Central (ou Center Tap ou Derivação Central) 275
5.4. Retificador de Onda Completa em Ponte 278

6. CAPACITORES (como Filtro) 280

6.1. Tipos de Capacitores 281

7. RETIFICADORES COM FILTRO CAPACITIVO 282
7.1. Retificador de Meia Onda com Filtro Capacitivo 283
7.2. Retificador de Onda Completa em Ponte com Filtro Capacitivo 284

8. DIODO ZENER 286
8.1. Curva Característica (V x I) do Diodo Zener 287
8.2. Diodo Zener como Regulador de Tensão (Circuito característico) 288

9. TRANSISTORES 290
9.1. INTRODUÇÃO 290
9.2. Aspectos da construção do Transistor 290
9.3. Transistor Bipolar de Junção (TBJ) 292
9.3.1 Símbolos de Transistores _ NPN e PNP 293
9.3.2. Modos de Operação - Polarização de Transistor (NPN) 293
9.3.3. Correntes no Transistor 294
9.3.4. Transistor em Configuração Emissor Comum 295
9.3.5. Regiões de Operação dos Transistores 296
9.4. Utilização dos Transistores 297
9.4.1. Transistor como chave 297
9.4.2. Transistor como fonte de corrente 298

1. INTRODUÇÃO A ELETRÔNICA

Eletrônica é o campo da ciência e da engenharia que estuda a forma de controlar a energia elétrica através de dispositivos e meios condutores ou semicondutores. É a parte da física que estuda e utiliza as variações de grandezas elétricas para captar, transmitir e processar informações.

A eletrônica tem como um de seus marcos inicial, a descoberta dos raios catódicos por Hittorf em 1869 e, com a verificação, em 1886, da existência dos raios positivos cujo estudo logo revelou a sua natureza corpuscular. A teoria eletromagnética de Maxwell previa, por meio de cálculos, a existência de ondas eletromagnéticas e Hertz as detectou e estudou em 1888. A invenção da antena por Popov permitiu a Marconi a realização, de uma transmissão de sinais de telegrafia sem fio (TSF) através de uma distancia de varias dezenas de quilômetros. Pode-se dizer que essa foi á primeira aplicação pratica da eletrônica. A invenção das válvulas eletrônicas, o diodo (Fleming, 1904) e o tríodo (Lee De Forest, 1906) permitiram a produção permanente de ondas, sua amplificação, sua modulação e sua recepção, tornando possível a radiodifusão. O emprego de células fotoelétricas e o oscilógrafo de raios catódicos, inventado em 1897 por Braun, permitiram a criação do cinema falado, da televisão, do microscópio eletrônico, do radar e de outros.

Atualmente, são as novas invenções da tecnologia as condicionantes do desenvolvimento da eletrônica. A fase da miniaturização dos equipamentos se iniciou após a descoberta do transistor por Bardeen, Brattain e Shockley em 1947 e a utilização dos semicondutores. Nos anos 60, desenvolveu-se a fabricação de vários transistores em um mesmo substrato de silício, os chamados *wafers* (fig.1.1). Surge, então, a integração de componentes eletrônicos em larga escala, diminuindo o tamanho e o custo dos equipamentos e aumentando consideravelmente a sua confiabilidade.

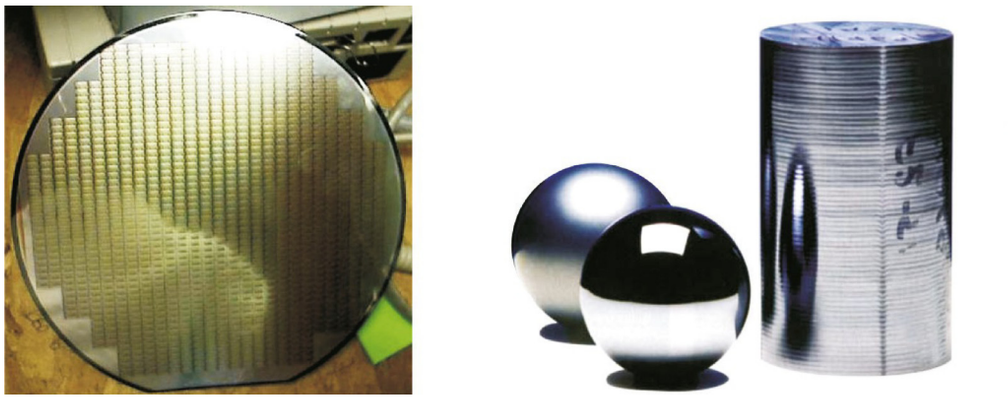


Figura 1.1 _ *Wafer* e cilindro de silício puro

O desenvolvimento da integração permitiu a implantação, sobre uma peça única de silício, de sistemas mais complexos, assim como a diminuição dos custos. Isso explica a revolução tecnológica iniciada ao longo dos anos 70, com o aparecimento dos microprocessadores.

No inicio dos anos 80, desenvolve-se uma nova fase com o tratamento automático da palavra, que confere as máquinas voz (síntese automática) e audição (reconhecimento automático), ao passo que os avanços realizados nos reconhecimentos de formas levam a feitura de máquinas de capacidade análoga a do olho humano.

A aplicação da eletrônica estende-se a numerosas técnicas e campos: áudio, vídeo, informática, telecomunicações, tratamento de sinais, eletrônica médica, automação, eletrodomésticos, entretenimento, etc.

2. FÍSICA DOS SEMICONDUTORES

A estrutura atômica e a compreensão das partículas elétricas básicas são fundamentais para o entendimento da Eletrônica.

2.1. ESTRUTURA ATÔMICA

Qualquer substância é formada por partículas muito pequenas e invisíveis, mesmo com auxílio de microscópios, chamadas de moléculas. Estas apresentam todas as suas características desta substância. As moléculas são constituídas por **átomos**.

A estrutura atômica de diversos tipos de materiais é amplamente estudada pela química, porém não é o foco específico para o estudo da eletrônica, porém é de fundamental importância o conhecimento da estrutura do átomo, baseada no Modelo atômico de Bohr (Fig.2.1). O físico dinamarquês Niels Bohr (1885 – 1962) propôs um modelo atômico para o átomo de hidrogênio que depois foi estendido para outros elementos. O seu modelo baseia-se no Sistema Solar, no qual os planetas giram ao redor do Sol (tentava dar continuidade ao trabalho feito por Rutherford). Para Bohr, os elétrons giram em órbita ao redor do núcleo atômico agrupados em níveis energéticos.

As leis da física clássica não se enquadram neste modelo. Quando um elétron salta de um nível menor para um nível mais elevado, ele absorve energia e quando ele retorna para um nível menor, o elétron emite uma radiação em forma de luz. Bohr organizou os elétrons em camadas ou níveis de energia. Cada camada possui um nome e deve ter um número máximo de elétron. Existem sete camadas ou níveis de energia ao redor do núcleo: K, L, M, N, O, P e Q.

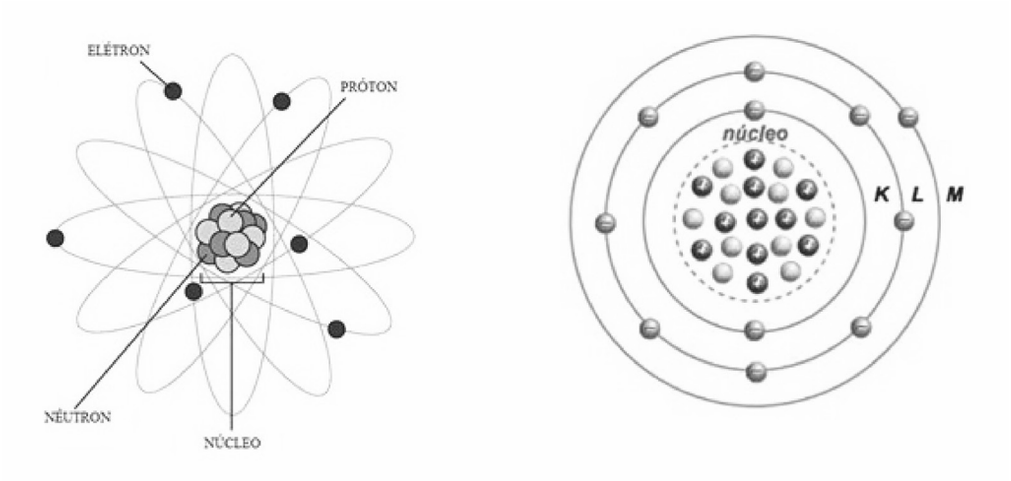


Figura 2.1 _ Modelo Atômico de Bohr e representação do átomo

Hoje se sabe que os elétrons giram ao redor do núcleo, mas não em órbita. Para ser considerada uma órbita, o movimento do elétron deveria ser sempre num mesmo plano, o que na prática não acontece. O movimento dos elétrons ao redor do núcleo é parecido ao de uma nuvem que envolve esse núcleo atômico.

O átomo é formado basicamente por três tipos de partículas elementares: elétrons, prótons e nêutrons. A carga do elétron tem polaridade negativa, enquanto a do próton é positiva. Os elétrons giram em torno do núcleo distribuindo-se em diversas camadas. Em cada átomo, a camada mais externa e chamada de **Camada de Valência** (ou nível mais energético), e geralmente e ela que participa das reações químicas (Fig.2.2).



Figura 2.2 _ Camada de valência de um átomo

Todos os materiais encontrados na natureza são formados por diferentes tipos de átomos, diferenciados entre si pelos seus números de prótons, elétrons e nêutrons. Cada material tem uma infinidade de características. Para a eletrônica uma característica é considerada especial: o comportamento quanto á “passagem” (circulação) de corrente elétrica. Em relação a esta característica os materiais podem ser divididos em três tipos: os condutores, os isolantes e os semicondutores.

2.2. MATERIAIS CONDUTORES

Em todos os átomos existe uma forca de atração entre prótons e elétrons que mantém a orbita dos elétrons em torno do núcleo. Entretanto, existem átomos cujos elétrons estão firmemente ligados as suas orbitas e outros com condições de se deslocarem de uma orbita para outras. Aos primeiros elétrons denominamos elétrons presos e os outros elétrons livres.

Os materiais condutores são aqueles que permitem com facilidade a “passagem” (circulação) de corrente elétrica (Fig.2.3). O material será um bom condutor quanto mais fácil for a “passagem” de corrente elétrica. O que caracteriza o material como um bom condutor e o fato de os elétrons de valência estarem fracamente ligados ao átomo, encontrando grande facilidade para abandonar seus átomos e se movimentarem livremente no interior dos materiais. Ou seja, o elétron torna-se um elétron livre.

Como exemplos de materiais bons condutores, podemos citar o ouro, a prata, o cobre, o alumínio, o ferro e o mercúrio.

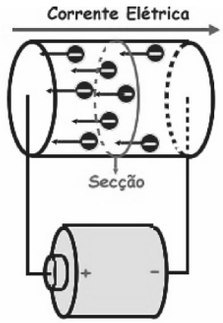


Figura 2.3_Fluxo de cargas em um material condutor

2.3. MATERIAIS ISOLANTES

Materiais isolantes são aqueles que possuem uma resistividade elétrica muito alta, bloqueando a “passagem” da corrente elétrica. Os elétrons de valência estão rigidamente ligados aos seus átomos, sendo que poucos elétrons conseguem desprender-se de seus átomos para se transformarem em elétrons livres.

Consegue-se um maior efeito isolante nas substancias compostas como a borracha, a mica, a baquelite, madeira, o vidro, a porcelana, o papel, os termoplásticos, etc.

2.4. MATERIAIS SEMICONDUTORES

O termo semicondutor sugere algo entre os condutores e os isolantes, pois o prefixo “semi” é aplicado a algo no meio, entre dois limites. A propriedade atribuída aos semicondutores que define sua relação com isolantes e condutores é a condutividade elétrica, que é a capacidade de conduzir cargas elétricas (corrente elétrica) quando submetido a uma diferença de potencial elétrico (tensão elétrica). A resistência que um material apresenta ao fluxo de uma corrente elétrica (resistividade elétrica) é inversamente proporcional à sua condutividade elétrica.

> “A resistência elétrica do condutor e diretamente proporcional ao seu comprimento (L), inversamente proporcional a sua secção (A) e depende ainda do material com que e feito este condutor (r)”.

$$R = \rho \cdot \frac{L}{A}$$

Onde: ρ é a resistividade ou resistência especifica. Seu valor depende exclusivamente da natureza da substância da qual o condutor é feito, da temperatura e das unidades utilizadas.

Enfim, um semicondutor é um material que possui valores típicos de condutividade elétrica e resistividade elétrica numa faixa entre os extremos definidos por materiais considerados isolantes ou condutores. Apesar de se conhecer bastante o comportamento dos condutores e dos isolantes, as características dos materiais semicondutores como Germânio e Silício são relativamente novas.

Em eletrônica estes dois materiais têm recebido a maior parcela de atenção no desenvolvimento de dispositivos a semicondutores. Nos últimos anos o uso do Silício tem aumentado muito, principalmente na fabricação de chips para microprocessadores. Algumas das qualidades raras do Germânio e do Silício são devidas às suas estruturas atômicas. Os átomos de ambos os materiais formam um modelo bem definido que se repete por natureza, um modelo periódico (se repetem mutuamente). Um modelo completo é chamado Cristal que é o arranjo periódico dos átomos. Um modelo completo é chamado cristal e o arranjo repetitivo dos átomos, de estrutura cristalina. Examinando a estrutura do átomo em si pode-se notar como ela afeta as características do material.

O potencial necessário para remover qualquer elétron da camada de valência é menor que o potencial para remover qualquer outro elétron da estrutura.

2.4.1. Níveis de Energia

Se um átomo for bombardeado com energia externa como calor, luz ou outra radiação poderá haver um acúmulo desta energia em um dos elétrons. Este será elevado a um nível de energia mais alto (para uma órbita maior), dizemos que este elétron está excitado. Este estado não dura muito porque o elétron logo volta a seu nível de energia original, “devolvendo” a energia adquirida em forma de calor, luz ou outra radiação.

Quando a energia externa eleva um elétron de valência (elétron da última camada) para um nível mais alto (órbita maior) este elétron que sai deixa um vazio na órbita mais externa, a este vazio damos o nome de *Lacuna*.

2.4.2. Estrutura Atômica do Germânio e do Silício

O átomo de Germânio é composto de 32 elétrons (e^-) e do átomo de Silício (Si) de 14 elétrons (e^-). Si e Ge são átomos Tetravalentes, pois possuem 4 elétrons (e^-) na última camada ou também chamada Camada de Valência (Fig.2.4). Toda a ação dos semicondutores depende desta última camada ou Camada de Valência.

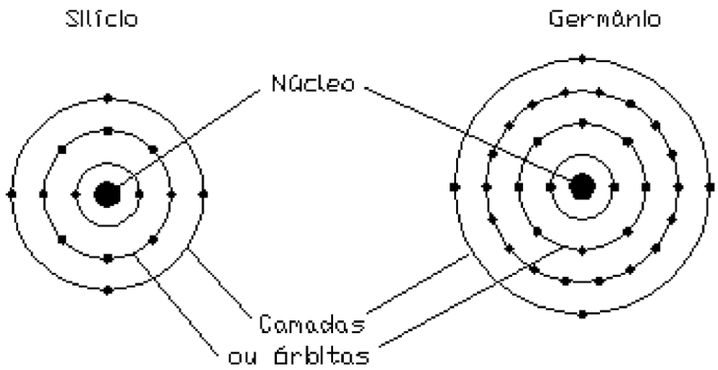


Figura 2.4_ Estrutura atômica dos átomos de Silício e de Germânio
Fonte: elaborada pela autora

Quando átomos de Ge ou Si se combinam se combinam para formar um sólido, eles se arranjam em uma configuração ordenada chamada Cristal. As forças que matem os átomos unidos são chamadas *Ligações Covalentes* (nelas os 4 elétrons de valência estão ligados a quatro elétrons de ligação).

O tipo de ligação química que ocorre entre átomos de semicondutores é a ligação covalente. Na ligação covalente não há doação de elétrons de um átomo para o outro, como ocorre na ligação entre átomos de Sódio e de Cloro, que forma o sal (ligação iônica). As ligações covalentes são mais fracas que as ligações iônicas, o que favorece a liberação de elétrons livres, necessários para a circulação de corrente elétrica. A necessidade de se quebrar ligações entre átomos de semicondutores para a liberação de elétrons, mesmo que sejam

ligações fracas (covalentes), é uma situação bem menos favorável à circulação de corrente elétrica do que em condutores, onde a liberação de elétrons ocorre com muito mais facilidade.

Ligações Covalentes são as ligações baseadas no compartilhamento de elétrons (cada átomo vizinho compartilha outro elétron com o átomo central).

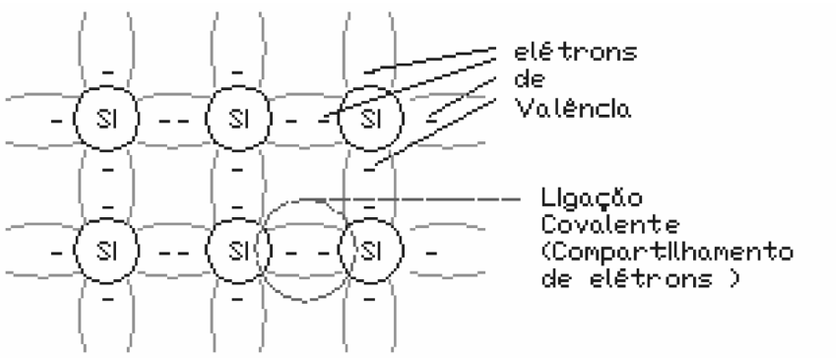


Figura 2.5_ *Exemplo: Cristal Puro de Silício*

Fonte: elaborada pela autora

É possível que materiais semicondutores absorvam, a partir de fontes externas, energia suficiente para quebrar ligações covalentes, o que aumenta o número de elétrons livres e diminui a resistividade elétrica do material. Assim sendo, os semicondutores puros têm uma variação muito grande de sua resistividade com a variação da temperatura, luz ou qualquer outro tipo de energia irradiante e quanto maior for à temperatura maior será o número de elétrons livres na camada de valência e nos metais isto acontece ao contrário.

Um cristal para ser quimicamente estável precisa ter 8 elétrons na órbita de valência, por isso, é necessária a combinação de um átomo com outro para completar esta órbita.

Um Cristal Puro é conhecido como semicondutor Intrínseco, ou seja, praticamente são livres de impurezas (Fig.2.5).

2.4.3. Semicondutor Intrínseco (Materiais intrínsecos)

Um Cristal Puro é conhecido como *Semicondutor Intrínseco*. Para a maioria das aplicações não há elétrons livres e nem causas suficientes para produzir uma corrente utilizável.

As características do cristal puro podem ser alteradas com a adição de certos átomos a ele. Estes átomos adicionados são chamados de *Impurezas*.

O processo de introdução de impurezas a um cristal de forma a aumentar o número de elétrons livres e de lacunas é chamado de *Dopagem*, ou seja, é a maneira de aumentarmos a condutividade de um semicondutor intrínseco.

Um semicondutor dopado é chamado de **Semicondutor Extrínseco**.

2.4.4. Semicondutor Extrínseco (Materiais Extrínsecos)

Existem dois tipos de materiais extrínsecos importantes para a fabricação de um dispositivo semicondutor, são os materiais do tipo N e os do tipo P.

Tanto os materiais do tipo N quanto os do tipo P são formados pela adição de um número predeterminado de átomos de impurezas em uma base de Germânio ou de Silício.

Materiais do Tipo N **-** O tipo N é criado introduzindo-se átomos de impureza que têm cinco elétrons de valência (*átomos Pentavalentes*) (fig. 2.6), como por exemplo, o Antimônio, o Arsênio e o Fósforo. Depois de acrescentadas as impurezas ao cristal puro de silício ou germânio, ainda teremos grande quantidade de átomos de silício ou germânio. Depois de formar ligações covalentes com os quatro vizinhos, este átomo central terá um elétron a mais de sobra, uma vez que o silício tem quatro elétrons de valência. Como a órbita de valência não pode conter mais de oito elétrons, o elétron que sobra precisa viajar numa órbita da Banda de Condução.

Impurezas dispersas com cinco elétrons de valência são chamados *átomos ou* ***íons doadores***.

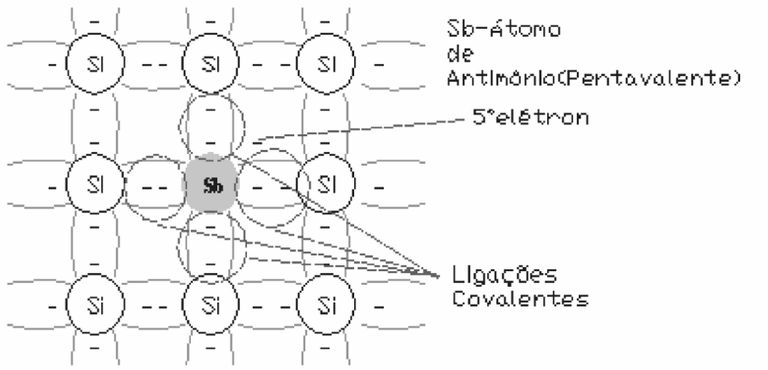


Figura 2.6_ Exemplo de material tipo N

Fonte: elaborada pela autora

Materiais do Tipo P - O material tipo P é criado introduzindo-se elementos de impureza que têm três elétrons de valência (*átomos Trivalentes*) (Fig. 2.7), como o boro, o gálio e o índio. Depois de acrescentadas impurezas no cristal puro de silício ou germânio, ainda teremos grande quantidade de átomos de silício ou germânio. Depois de formar ligações covalentes com os vizinhos, como cada átomo trivalente tem somente três elétrons na sua camada de valência aparecerá uma lacuna (ou "buraco") em cada átomo.

Impurezas dispersas com três elétrons de valência são chamados de *átomos ou* ***íons aceitadores***.

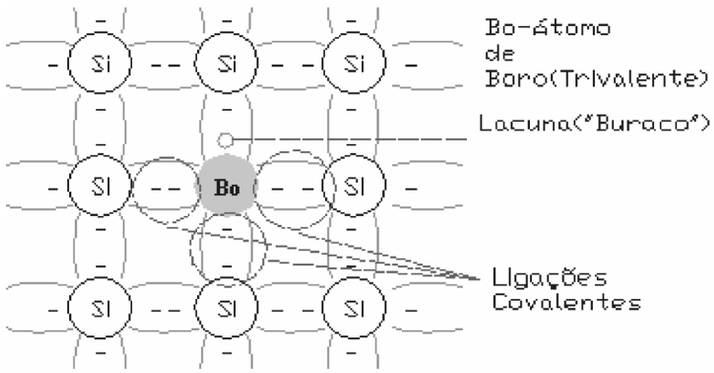


Figura 2.7_ Exemplo de material tipo P

Fonte: elaborada pela autora

Existirá um buraco ou lacuna. Esta lacuna aceitará com facilidade um elétron livre.

2.4.5. Fluxo de Elétrons X Lacunas

Se um elétron de valência adquire energia cinética suficiente para quebrar sua ligação covalente e preencher o vazio criado por uma lacuna, então uma lacuna será criada na ligação covalente que liberou o elétron. Existe, portanto uma transferência de lacunas para um determinado lado, e de elétrons para outro lado. Este fluxo indicado pela direção das lacunas é chamado de *Fluxo Convencional.*

2.4.6. Carregadores (Portadores) Majoritários e Carregadores Minoritários

Em um semicondutor intrínseco (puro), o número de elétrons livres no Ge ou no Si é devido somente aos poucos elétrons na banda de valência que tenham adquirido energia suficiente de fontes térmicas ou luminosas para quebrarem as ligações covalentes, do mesmo modo as lacunas deixadas para trás representam uma fonte muito limitada de buracos. Nos materiais do tipo N o que muda é o número de elétrons que excedem o número de buracos sendo assim :

- ✓ Em materiais do Tipo N os *portadores de carga Majoritários* (ou seja, que estão em maioria*) são os elétrons* e os *portadores de carga Minoritários* (em menores quantidades) *são as Lacunas* (Fig. 2.8.a).

- ✓ Em materiais do Tipo P os buracos ou *lacunas* (excedem o número de elétrons) serão os *Portadores de carga Majoritários* e os *elétrons* serão os *Minoritários* (Fig.2.8.b)

Quando o 5° elétron de um átomo doador deixa o átomo de origem, este átomo adquire uma carga positiva líquida, por conseqüência recebe o sinal positivo na representação de íon doador. Por motivos semelhantes o sinal negativo aparece no íon aceitador.

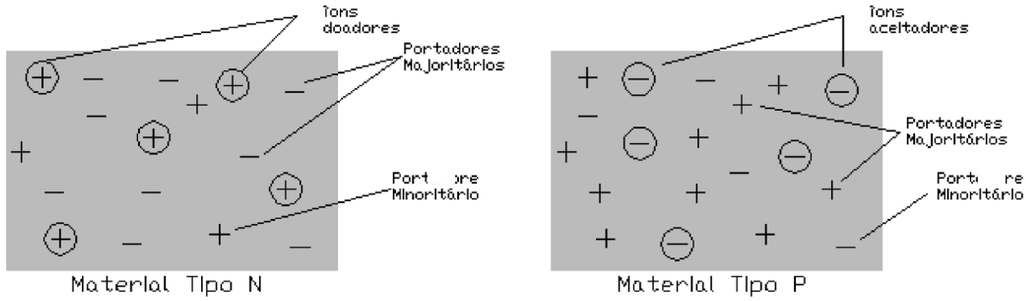


Figura 2.8._ Portadores de carga majoritários e minoritários em materiais do tipo N (a) e do tipo P (b).

Os materiais dos Tipos N e P são de extrema importância para a construção de dispositivos semicondutores no ramo da eletrônica.

O Dispositivo mais simples é o ***Diodo Semicondutor*.**

3. DIODO

A união de um cristal tipo *p* e um cristal tipo *n,* obtêm-se uma junção ***PN*** (Fig.3.1), que é um dispositivo de estado sólido simples: o diodo semicondutor de junção.

O elemento não linear fundamental de circuito e também o mais simples da eletrônica é o diodo. Assim como um resistor, o diodo tem dois terminais; mas diferentemente do resistor, o qual tem uma relação linear (lei de Ohm $V = I \cdot R$) entre a corrente que circula por ele e a tensão nele aplicada, o diodo tem uma característica *V-I (tensão-corrente)* não linear.

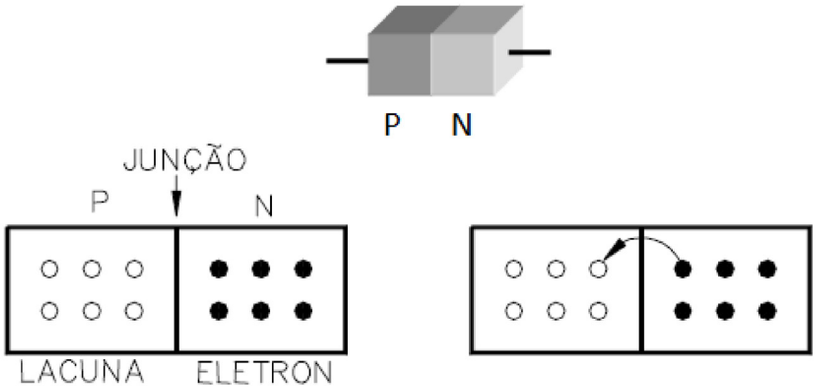


Figura 3.1_Representação do diodo semicondutor de junção

3.1. CAMADA DE DEPLEÇÃO E BARREIRA DE POTENCIAL

Devido à repulsão mútua os elétrons livres do lado *N* espalham-se em todas as direções, alguns atravessam a junção e se combinam com as lacunas. Quando isto ocorre, a lacuna desaparece e o átomo associado torna-se carregado negativamente (um íon negativo).

Cada vez que um elétron atravessa a junção ele cria um par de íons.

Os íons estão fixos na estrutura do cristal por causa da ligação covalente. À medida que o número de íons aumenta a região próxima à junção fica sem elétrons livres e lacunas. Esta região é chamada de **Camada de Depleção** (Fig.3.2)

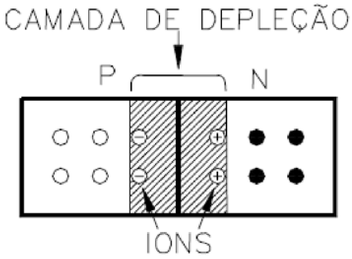
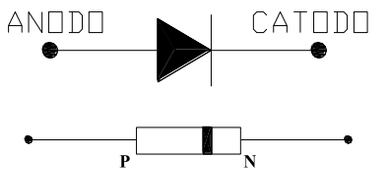


Figura 3.2 _ Representação da Camada de depleção do diodo

Além de certo ponto, a camada de depleção age como uma barreira impedindo a continuação da difusão dos elétrons livres. A intensidade da camada de depleção aumenta com cada elétron que atravessa a junção até que se atinja um equilíbrio. A diferença de potencial através da camada de depleção é chamada de ***Barreira de Potencial***. A 25º, esta barreira é de 0,7V para o silício e 0,3V para o germânio.

Símbolo do Diodo:



3.2. POLARIZAÇÃO DO DIODO

Como o diodo é um dispositivo de dois terminais, a aplicação de uma tensão através de seus terminais, conduz a três possibilidades: nenhuma polarização ($V_D = 0$), polarização direta ($V_D > 0$) e polarização reversa ($V_D < 0$).

Polarizar um diodo significa aplicar uma diferença de potencial às suas extremidades.

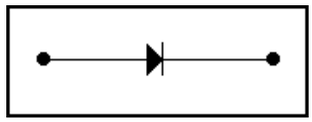
Supondo uma bateria sobre os terminais do diodo, há uma polarização direta se o pólo positivo da bateria for colocado em contato com o material tipo *P* e o pólo negativo em contato com o material tipo *N*.

- Diodo sem polarização ($V_D = 0$)

Na ausência de uma tensão de polarização aplicada, o fluxo líquido de carga em qualquer direção para um diodo semicondutor é zero.

O símbolo para o diodo pode ser representado conforme abaixo, onde a seta está associada com o componente tipo P, e a barra com a região tipo N.

$V_D = 0$ V; $I_D = 0$mA

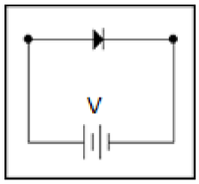


Onde: V_D => Tensão no diodo

I_D => corrente no diodo

- Diodo polarizado diretamente ($V_D > 0$)

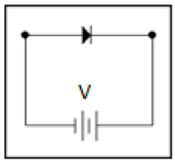
Uma condição de polarização direta é estabelecida aplicando-se o potencial positivo ao material tipo P, e o potencial negativo ao material tipo N, conforme indicado a seguir.



No material tipo *N* os elétrons são repelidos pelo terminal da fonte de energia e “empurrados” para a junção. No material tipo P as lacunas também são repelidas pelo terminal e tendem a penetrar na junção, e isto diminui a camada de depleção. Para haver fluxo livre de elétrons a tensão da fonte tem de sobrepujar o efeito da camada de depleção.

- Diodo polarizado reversamente ($V_D < 0$)

Se um potencial externo de tensão é aplicado através da junção P–N, tal que o terminal positivo é conectado ao material negativo tipo N e o terminal negativo é ligado ao material tipo P, dizemos que o diodo está polarizado reversamente.



Quando isto ocorre os elétrons livres do lado N se afastam da junção em direção ao pólo positivo da bateria (fonte); as lacunas da região P também se afastam da região de junção, aumentando a largura da camada de depleção. Com o aumento da tensão reversa aplicada sobre a junção, mais larga se torna a camada de depleção. A camada somente pára de aumentar quando a tensão sobre a camada de depleção for igual à tensão da fonte.

O aumento da camada de depleção não é infinito, pois na maior parte das vezes ela se rompe destruindo o componente. Somente alguns tipos de diodos especiais podem conduzir reversamente polarizados sem que haja danificação da junção. Quando polarizada reversamente, uma junção PN possui uma corrente de fuga no sentido reverso produzido pelos portadores minoritários.

3.3. DISPOSITIVOS LINEARES E NÃO LINEARES

A maioria dos dispositivos eletrônicos é linear, ou seja, sua corrente é diretamente proporcional à sua tensão.

Exemplo de dispositivo linear é o Resistor comum. Estes dispositivos apresentam uma Curva Característica (V x I) que é uma reta (Fig.3.3).

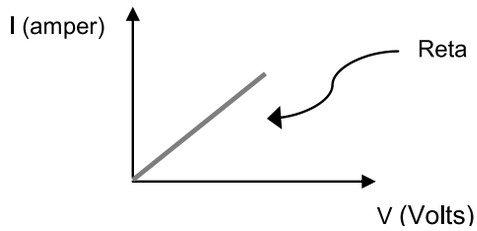


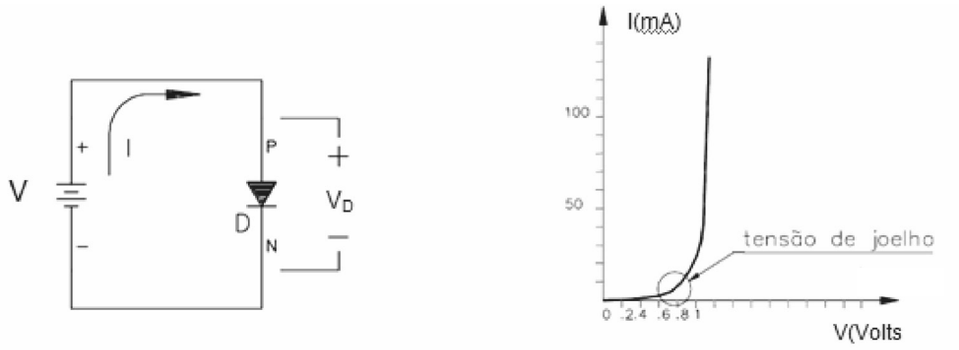
Figura 3.3 _ Representação gráfica V x I de um dispositivo linear

Já o diodo, por causa da barreira de potencial, seu gráfico é não linear.

3.4. CURVA CARACTERÍSTICA DE UM DIODO

A curva característica de um diodo é um gráfico que relaciona cada valor da tensão aplicada com a respectiva corrente elétrica que circula através do diodo.

Diodo polarizado diretamente



Conforme a curva característica do diodo ao contrário de, por exemplo, um resistor, não é um componente linear.

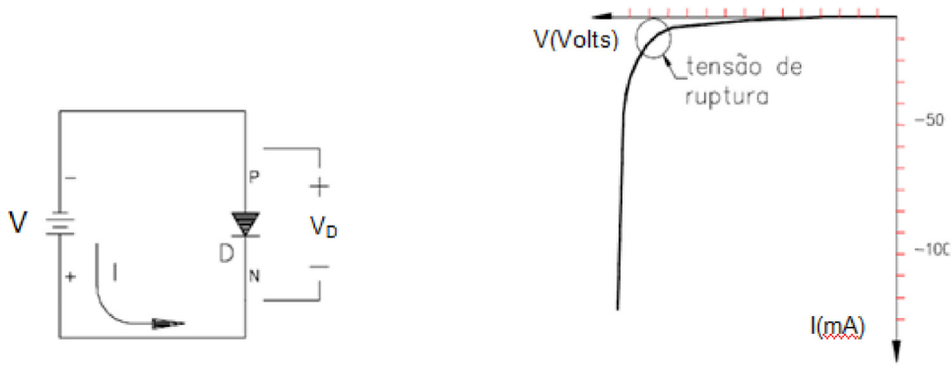
3.4.1. TENSÃO DE JOELHO

Ao se aplicar a polarização direta, o diodo não conduz intensamente até que se ultrapasse a barreira potencial. À medida que a tensão da fonte se aproxima do potencial da barreira, os elétrons livres e as lacunas começam a atravessar a junção em grandes quantidades. A tensão para a qual a corrente começa a aumentar rapidamente é chamada de tensão de joelho.

Para os diodos de Si (Silício) a tensão de joelho é de aproximadamente 0,7V.

Para os diodos de Ge (Germânio) a tensão de joelho é de aproximadamente 0,3V.

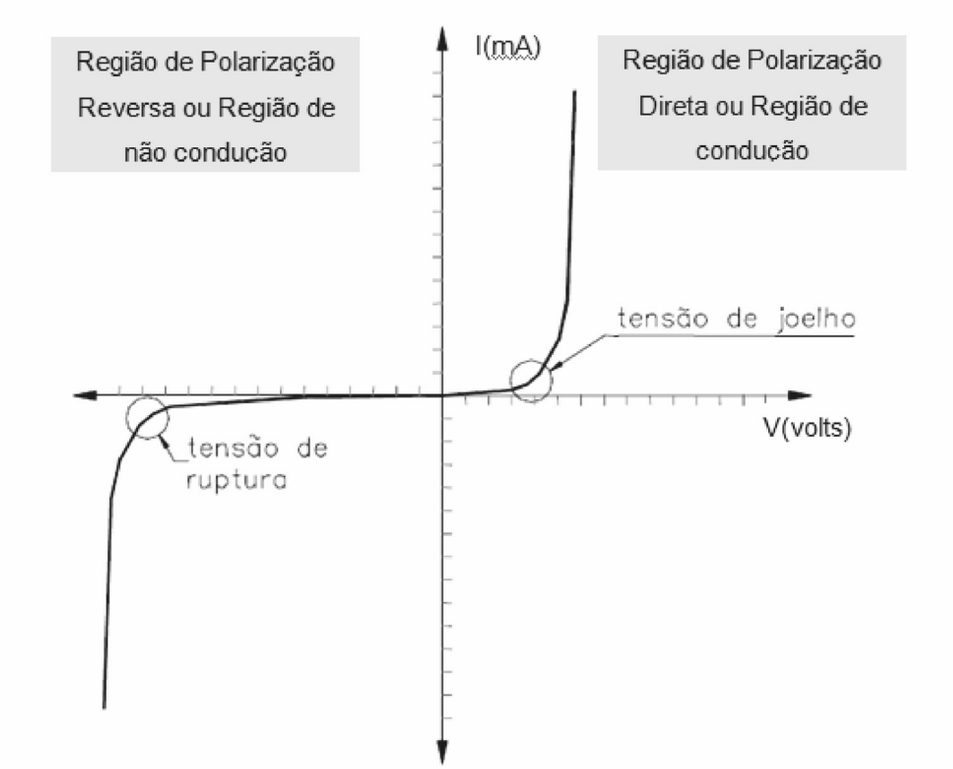
Diodo polarizado reversamente



Quando o diodo estiver polarizado reversamente, haverá a circulação de uma corrente elétrica extremamente pequena denominada corrente de fuga.

Ao se aumentar a tensão reversa aplicada sobre o diodo, existirá um momento em que se atinge a tensão de ruptura (este valor de tensão de ruptura varia muito de diodo para diodo) a partir da qual a corrente aumenta sensivelmente.

Curva Característica dos diodos (Gráfico completo)



3.4.2. Especificações de Potência do Diodo

Em qualquer componente, a potência dissipada é a tensão aplicada multiplicada pela corrente que circula pelo diodo.

$$P = V * I$$

A potência máxima do diodo, especificada pelo fabricante, não pode ser ultrapassada, pois haverá um aquecimento excessivo. Os fabricantes em geral indicam a potência máxima ou corrente máxima suportada por um diodo.

Exemplo: Diodo => 1N914 ---------- P_{MAX} = 250mW

Diodo => 1N4001 ---------- I_{MAX} = 1A

Usualmente os diodos são divididos em duas categorias, os diodos para pequenos sinais (potência especificada abaixo de 0,5W) e os retificadores (P_{MAX} > 0,5W).

3.4.3. Resistor limitador de corrente

Em um diodo polarizado diretamente, uma pequena tensão aplicada pode gerar uma alta intensidade de corrente. Em geral um resistor é usado em série com o diodo para limitar a corrente elétrica que passa através deles. R_S é chamado de resistor limitador de corrente (Fig.3.4).

Quanto maior o RS, menor a corrente que atravessa o diodo e o R_S.

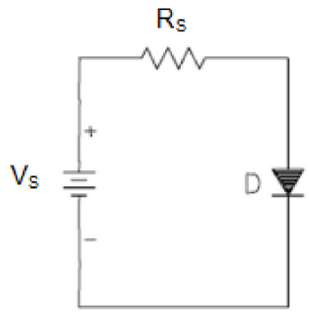


Figura 3.4 _Circuito característico com diodo e resistor limitador de corrente

3.5. APROXIMAÇÕES COM DIODOS

3.5.1. DIODO IDEAL (1ª Aproximação)

O diodo ideal é um dispositivo de dois terminais, age como um condutor perfeito (tensão zero) quando polarizado diretamente, e como isolante perfeito para corrente zero quando polarizado reversamente. O diodo ideal é um componente ilustrativo que serve para entender com facilidade o funcionamento de um diodo real.

No gráfico a seguir (Fig.3.5), no lado esquerdo da curva ocorre a polarização reversa da junção. Supõe-se que quando operando no lado direito da curva o diodo conduza intensamente, quando operando do lado esquerdo ele não conduza, idealmente não possuindo corrente reversa.

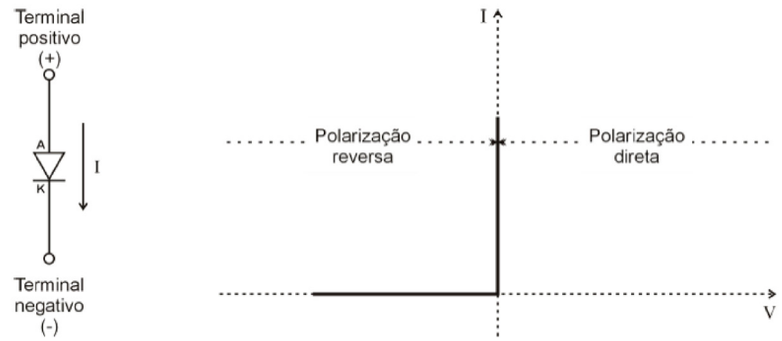


Figura 3.5_Curva característica do Diodo Ideal

Em termos de circuito o diodo ideal age como uma chave:

- Aberta p/ polarização reversa (Fig.3.6 a)
- Fechada p/ polarização direta (Fig.3.6 b)

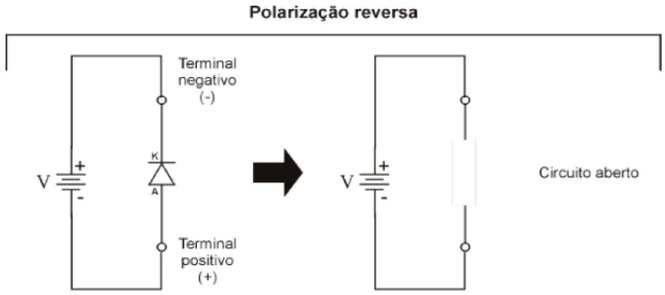


Figura 3.6 – a: Diodo polarizado reversamente

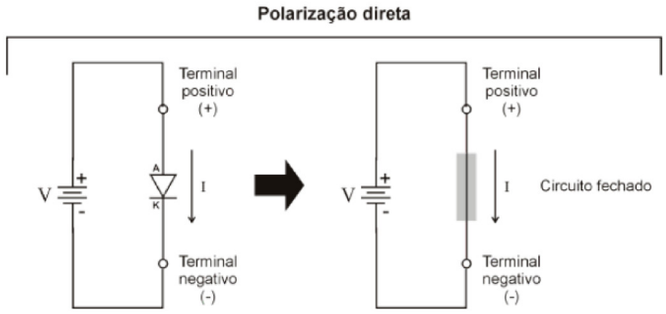
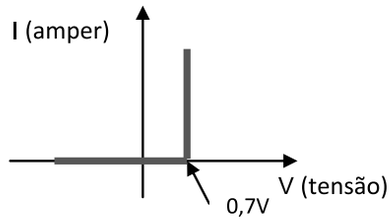


Figura 3.6 – b: Diodo polarizado diretamente

3.5.2. DIODO (2ª Aproximação)

Nesta situação é necessário que a tensão de polarização aplicada seja superior ao valor da barreira de potencial para que o diodo comece a conduzir plenamente. Para os diodos de silício, o limiar de condução é próximo aos 0,7V. Se aplicada uma tensão menor que 0,7V não fluirá nenhuma corrente e o diodo funciona como uma chave aberta. Se a tensão aplicada for superior a 0,7V a chave se fecha e a tensão no diodo será de 0,7V.

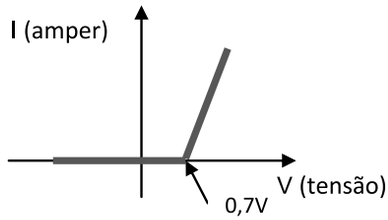
Para os diodos de germânio este valor é de aproximadamente 0,3V.



Normalmente para circuitos envolvendo diodos a 2ª aproximação é a utilizada.

3.5.3. DIODO (3ª Aproximação)

Para esta situação, inclui-se ao circuito referente à 2ª aproximação, uma resistência ligada em série a fonte, que representa uma resistência linear das regiões P e N (resistência de corpo_R_D). A corrente direta flui através desta resistência e origina uma queda de tensão, que varia proporcionalmente ao aumento da corrente, isto é, quanto maior a corrente maior será a queda e tensão através de R_D.



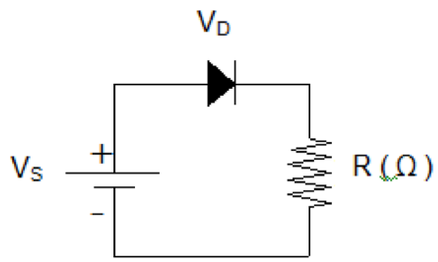
Normalmente para circuitos envolvendo diodos a 2ª aproximação é a utilizada.

3.6. RETA DE CARGA OU LINHA DE CARGA

A carga aplicada terá normalmente um impacto no ponto ou região de operação de um dispositivo. Se a análise é feita de maneira gráfica, uma reta pode ser desenhada sobre a curva característica do dispositivo, representando a carga aplicada.

Sendo a curva característica do diodo não linear, torna-se complexo determinar através de equações o valor da corrente e tensão sobre o diodo e resistor. Um método para determinar o valor exato da corrente e da tensão sobre o diodo, é o uso da reta de carga. Baseia-se no uso gráfico das curvas do diodo e da curva do resistor.

A interseção da reta de carga com a curva característica determina o **Ponto de operação do sistema, ou Ponto Quiescente (Q).** (Fig.3.8)



$$V_s - V_D - V_R = 0$$

$$V_s = V_D + I_D \cdot R$$

$$I_D = \frac{V_S - V_D}{R}$$

Figura 3.7 _ Circuito série com diodo e equação da reta de carga

Fonte: elaborada pela autora

No circuito em série a corrente é a mesma no diodo e no resistor (Fig.3.7). Se forem dados a tensão da fonte e a resistência R_S, então são desconhecidas a corrente e a tensão sob o diodo.

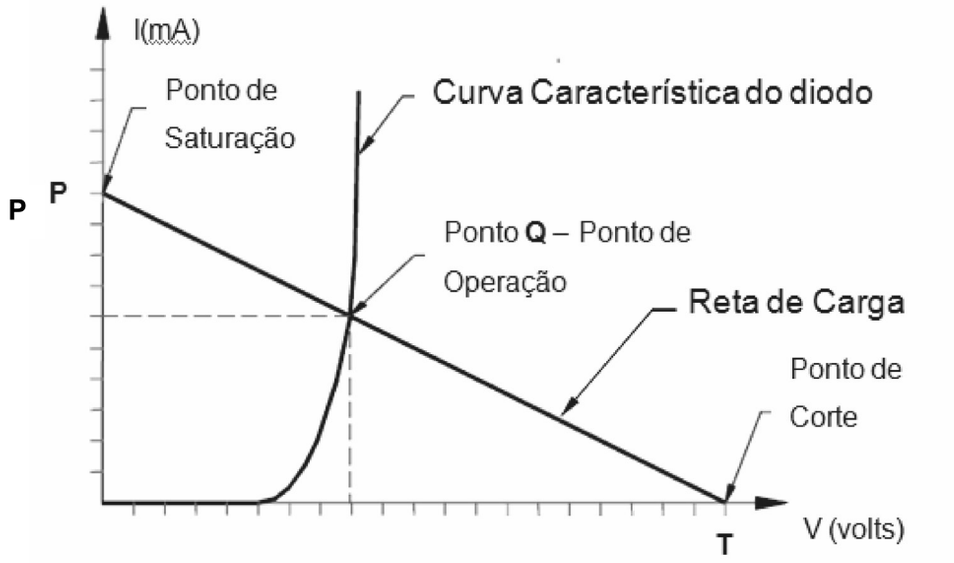


Figura_3. 8_Interseção entre a Curva Característica do Diodo e a Reta de Carga.*Fonte: elaborada pela autora*

Exemplo:

Para um circuito série onde V_S = 2 v e R = 100Ω, pode-se montar uma linha de carga para o diodo nestas condições:

- P/ o diodo em curto $V_D = 0$, temos:

$I_D = \frac{2 - 0}{100} = 20mA$

Este ponto **P (0, 20mA)** é chamado ponto de Saturação .

- P/ o diodo aberto $V_D = 2V$, temos:

$I_D = \frac{2 - 2}{100} = 0\ A$

Este ponto **T (2, 0)** é chamado ponto de Corte.

- O ponto **Q** é chamado ponto de **OPERAÇÃO** e é a interseção da linha de carga com a curva do diodo.

3.7. RESISTÊNCIA CC DE UM DIODO

Se considerar a razão entre tensão total do diodo e a corrente total do diodo, terá a resistência cc do diodo. No sentido direto é simbolizada por R_D e no sentido reverso por R_R.

R_D => Resistência direta do diodo

$R_D = \frac{V_D}{I_D}$ >>>> A resistência apresentada pelo diodo quando polarizado diretamente será um valor pequeno. (poucos ohms).

R_R => Resistência reversa do diodo

$R_D = \frac{V_{DR}}{I_{DR}}$ >>>> A resistência apresentada pelo diodo quando polarizado reversamente será um valor muito grande. (> Mega ohms).

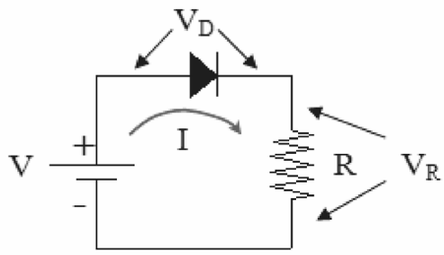
3.7.1. Potências de Dez

As potências de dez mais utilizadas na eletrônica são aquelas cujos expoentes são múltiplos de 3, e estão destacadas a seguir: ∴

10^{12}	1.000.000.000.000	Tera	T
10^{9}	1.000.000.000	Giga	G
10^{6}	1.000.000	Mega	M
10^{3}	1.000	Kilo	K
10^{0}	1	_	_
10^{-3}	0,001	mili	m
10^{-6}	0,000001	micro	□
10^{-9}	0,000000001	nano	□
10^{-12}	0,000000000001	pico	□

3.8. CONFIGURAÇÃO SÉRIE DE DIODOS COM ENTRADA DC(contínua)

Considerando o circuito a seguir (Fig.3.9), onde:



V = Tensão da fonte (V)
V_D = Tensão sobre o diodo (V)
V_R = Tensão sobre o resistor (V)
I = corrente no circuito (A)

Figura 3.9 _ Circuito série de diodos
Fonte: elaborada pela autora

Podem-se determinar os valores de V_D, V_R e I á partir dos valores da tensão de alimentação do circuito, do diodo e do resistor a serem utilizados.

Considerando V = 10V, R = 150□ e o diodo de silício, então:

$V_D = 0,7V$

Cálculo de V_R

$V = V_D + V_R$

$10V = 0,7V + V_R$

$V_R = 10V – 0,7V$

$V_R = 9,3V$

Cálculo de I (corrente)

Obs.: Como não se tem o valor da resistência direta do diodo, o cálculo da corrente deve ser feito em função do valor da queda de tensão do resistor. Assim, de acordo com a Lei de Ohm ($V = R \times I$).

$V_R = R \times I$

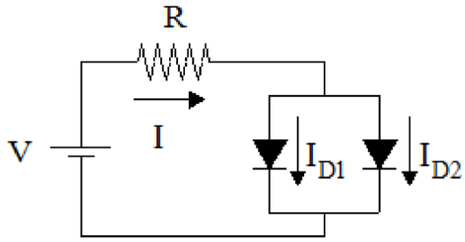
$I = \frac{V_R}{R} \Rightarrow I = \frac{9,3\ V}{150\ \Omega} \Rightarrow I = 0,062\ A$

ou

$I = 62 \times 10^{-3}\ A \Rightarrow I = 62\ mA$

3.9. CONFIGURAÇÃO EM PARALELO DE DIODOS COM ENTRADA DC(contínua)

Considerando o circuito a seguir (Fig.3.10), onde:



V = Tensão da fonte (V)
V_D = Tensão sobre o diodo (V)
V_R = Tensão sobre o resistor (V)
I = corrente no circuito (A)
I_{D1} = corrente no diodo 1
I_{D2} = corrente no diodo 2

Figura 3.10 _ Circuito em paralelo de diodos

Fonte: elaborada pela autora

Pode-se determinar os valores de V_D em cada diodo, V_R, I, I_{D1} e I_{D2} á partir dos valores da tensão de alimentação do circuito, do diodo e do resistor a serem utilizados.

Considerando V = 8V, R = 220Ω e os diodos sendo de germânio, então:

V_{D1} = 0,3V e V_{D2} = 0,3V

Importante: Como os diodos estão em paralelo, deverá ser considerado apenas uma única queda de tensão.

Cálculo de V_R

$V = V_D + V_R$

$8V = 0,3V + V_R$

$V_R = 8V - 0,3V$

$V_R = 7,7V$

Cálculo de I (corrente)

Obs.: Como não se tem o valor da resistência direta do diodo, o cálculo da corrente deve ser feito em função do valor da queda de tensão do resistor. Assim, de acordo com a Lei de Ohm ($V = R_x I$).

$V_R = R_x I$

$I = \frac{V_R}{R} \Rightarrow I = \frac{7,7\ V}{220\ \Omega} \Rightarrow I = 0,035\ A$

ou

$I = 35 \times 10^{-3}\ A \Rightarrow I = 35\ mA$

Cálculo das correntes nos diodos – (I_{D1} e I_{D2})

Obs.: Como os diodos são iguais e estão em paralelo a corrente I se dividirá através dos 2 diodos .
Conforme a Lei de Kirchhoff: A soma das corrente que chegam em um nó é igual à soma das correntes que saem do nó.

Assim: $I = 35 \times 10^{-3}\ A \Rightarrow I = 35\ mA$

Como são 2 diodos idênticos :

$I_{D1} = I_{D2} = \frac{I}{2} \Rightarrow I_{D1} = I_{D2} = \frac{35\ mA}{2}$

$I_{D1} = I_{D2} = 17,5\ mA$

4. TRANSFORMADOR

São equipamentos elétricos que tem a função de transformar grandezas elétricas, além de fornecer isolamento elétrico entre seus enrolamentos. Como os valores de tensões utilizados na maioria das vezes em eletrônica são inferiores aos valores de distribuição das concessionárias de energia, faz-se o uso de transformadores com fim de reduzir o valor da tensão da rede.

Os transformadores podem ser utilizados para elevar ou abaixar a tensão da linha, dependendo de sua aplicação (Fig.4.1.a).

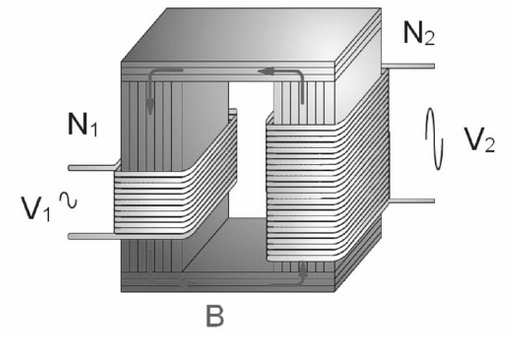


Figura 4.1.a _Transformador e relação de espiras

A relação fundamental de um transformador é a relação de transformação α ou N_1: N_2 (relação entre o número de espiras ou enrolamentos do primário com o número de espiras ou enrolamentos do secundário), que especifica em quantas vezes foi alterada a tesão do secundário em relação à do primário (Fig.4.1.b e c). O funcionamento de um transformador ideal pode ser entendido pelas seguintes relações entre tensão e corrente a seguir.

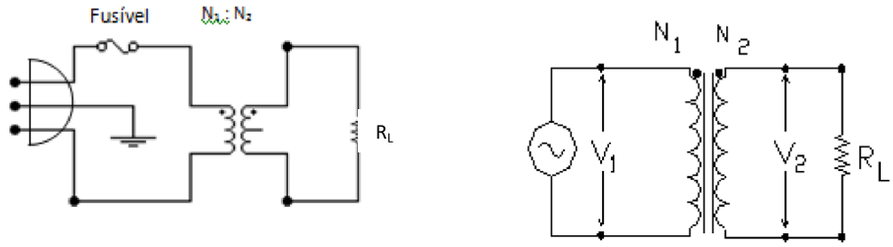


Figura 4.1 b e c _Transformadores e relação de espiras

Fonte: elaborada pela autora

$$\frac{V_2}{V_1} = \frac{N_2}{N_1} \qquad \frac{I_1}{I_2} = \frac{N_2}{N_1}$$

Onde,

V_1 = tensão do primário, eficaz ou de pico.

V_2 = tensão do secundário, eficaz ou de pico.

N_1 = nº de espiras do enrolamento primário.

N_2 = nº de espiras do enrolamento secundário.

Obs.: Enrolamento Primário do transformador é o enrolamento ligado à rede e o enrolamento Secundário do transformador é o enrolamento ligado à carga.

4.1. A ONDA SENOIDAL

A tensão de alimentação residencial e industrial é uma onda senoidal de baixa freqüência, o que permite uma grande eficiência e praticidade na geração, transmissão e distribuição de energia elétrica. Uma onda senoidal é um sinal periódico, pois possui um ciclo, ou período, de variação que se repete indefinidamente. A onda senoidal apresenta ao longo de um ciclo pelo seguinte gráfico (Fig. 4.2)

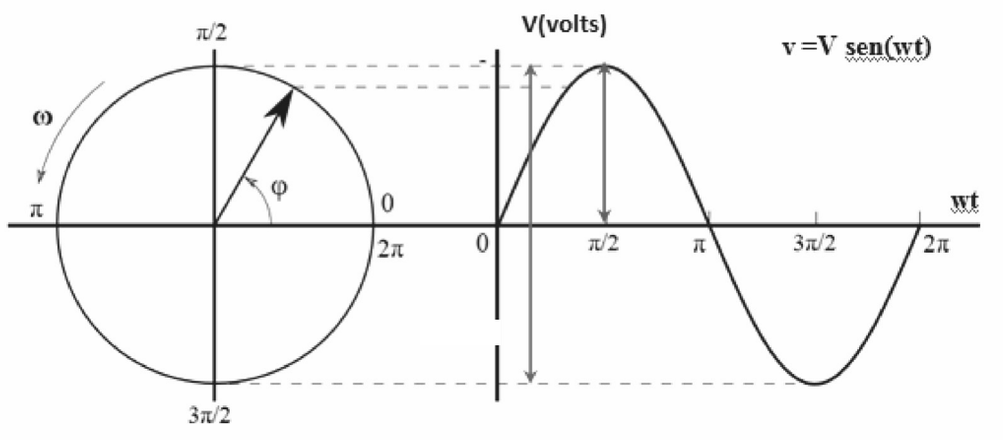


Figura. 4.2_ Onda senoidal

Valor de Pico – V_P - É o valor máximo que o sinal atinge.

Valor Pico a Pico – V_{PP} - O valor pico a pico de qualquer sinal é a diferença entre o seu máximo e mínimo algébrico.

$$V_{pp} = V_{max} - V_{min}$$

P/ a senóide: $V_{pp} = V_p - (-V_p) = 2V_p$ ⟶ $V_{pp} = 2\,V_p$

Valor Eficaz (RMS) – V_{ef} - O valor rms (raiz média quadrática), de uma senóide, também chamado valor eficaz ou valor de aquecimento, é definido como a tensão cc que produz a mesma quantidade de calor que a onda senoidal.

$$V_{rms} = \frac{\sqrt{2}}{2} V_p = 0{,}707\ V_p \quad ou \quad \boxed{V_{ef} = 0{,}707 \cdot V_p}$$

Valor Médio – V_m - O valor médio é quantidade indicada em um voltímetro quando na escala *cc*. O valor médio de um sinal periódico é igual à média aritmética de todos os valores que este sinal assumiu em um ciclo. Como as senóides apresentam simetria perfeita em seus valores negativos e positivos, seu valor médio é nulo.

Tensão de linha – É a tensão que está sendo fornecida, por exemplo, por uma companhia de energia.

MOTOROLA
SEMICONDUCTOR TECHNICAL DATA

Order this document
by 1N4001/D

Axial Lead Standard Recovery Rectifiers

1N4001 thru 1N4007

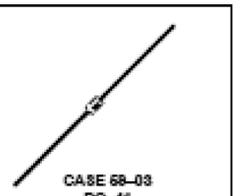
1N4004 and 1N4007 are Motorola Preferred Devices

LEAD MOUNTED RECTIFIERS
50–1000 VOLTS
DIFFUSED JUNCTION

This data sheet provides information on subminiature size, axial lead mounted rectifiers for general–purpose low–power applications.

Mechanical Characteristics

- Case: Epoxy, Molded
- Weight: 0.4 gram (approximately)
- Finish: All External Surfaces Corrosion Resistant and Terminal Leads are Readily Solderable
- Lead and Mounting Surface Temperature for Soldering Purposes: 220°C Max. for 10 Seconds, 1/16" from case
- Shipped in plastic bags, 1000 per bag.
- Available Tape and Reeled, 5000 per reel, by adding a "RL" suffix to the part number
- Polarity: Cathode Indicated by Polarity Band
- Marking: 1N4001, 1N4002, 1N4003, 1N4004, 1N4005, 1N4006, 1N4007



CASE 68–03
DO–41

MAXIMUM RATINGS

Rating	Symbol	1N4001	1N4002	1N4003	1N4004	1N4005	1N4006	1N4007	Unit
*Peak Repetitive Reverse Voltage Working Peak Reverse Voltage DC Blocking Voltage	V_{RRM} V_{RWM} V_R	50	100	200	400	600	800	1000	Volts
*Non–Repetitive Peak Reverse Voltage (halfwave, single phase, 60 Hz)	V_{RSM}	60	120	240	480	720	1000	1200	Volts
*RMS Reverse Voltage	$V_{R(RMS)}$	35	70	140	280	420	560	700	Volts
*Average Rectified Forward Current (single phase, resistive load, 60 Hz, see Figure 8, T_A = 75°C)	I_O	1.0							Amp
*Non–Repetitive Peak Surge Current (surge applied at rated load conditions, see Figure 2)	I_{FSM}	30 (for 1 cycle)							Amp
Operating and Storage Junction Temperature Range	T_J T_{stg}	– 65 to +175							°C

ELECTRICAL CHARACTERISTICS*

Rating	Symbol	Typ	Max	Unit
Maximum Instantaneous Forward Voltage Drop (I_F = 1.0 Amp, T_J = 25°C) Figure 1	v_F	0.93	1.1	Volts
Maximum Full–Cycle Average Forward Voltage Drop (I_O = 1.0 Amp, T_L = 75°C, 1 inch leads)	$V_{F(AV)}$	—	0.8	Volts
Maximum Reverse Current (rated dc voltage) (T_J = 25°C) (T_J = 100°C)	I_R	 0.05 1.0	 10 50	μA
Maximum Full–Cycle Average Reverse Current (I_O = 1.0 Amp, T_L = 75°C, 1 inch leads)	$I_{R(AV)}$	—	30	μA

*Indicates JEDEC Registered Data

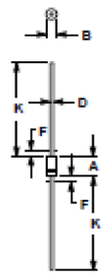
Preferred devices are Motorola recommended choices for future use and best overall value.

Rev 5

© Motorola, Inc. 1996

MOTOROLA

PACKAGE DIMENSIONS



NOTES:
1. ALL RULES AND NOTES ASSOCIATED WITH JEDEC DO–41 OUTLINE SHALL APPLY.
2. POLARITY DENOTED BY CATHODE BAND.
3. LEAD DIAMETER NOT CONTROLLED WITHIN F DIMENSION.

DIM	MILLIMETERS MIN	MILLIMETERS MAX	INCHES MIN	INCHES MAX
A	4.07	5.20	0.160	0.205
B	2.04	2.71	0.080	0.107
D	0.71	0.86	0.028	0.034
F	—	1.27	—	0.050
K	27.94	—	1.100	—

CASE 59–03
(DO–41)
ISSUE M

Motorola reserves the right to make changes without further notice to any products herein. Motorola makes no warranty, representation or guarantee regarding the suitability of its products for any particular purpose, nor does Motorola assume any liability arising out of the application or use of any product or circuit, and specifically disclaims any and all liability, including without limitation consequential or incidental damages. "Typicals" parameters which may be provided in Motorola data sheets and/or specifications can and do vary in different applications and actual performance may vary over time. All operating parameters, including "Typicals" must be validated for each customer application by customer's technical experts. Motorola does not convey any license under its patent rights nor the rights of others. Motorola products are not designed, intended, or authorized for use as components in systems intended for surgical implant into the body, or other applications intended to support or sustain life, or for any other application in which the failure of the Motorola product could create a situation where personal injury or death may occur. Should Buyer purchase or use Motorola products for any such unintended or unauthorized application, Buyer shall indemnify and hold Motorola and its officers, employees, subsidiaries, affiliates, and distributors harmless against all claims, costs, damages, and expenses, and reasonable attorney fees arising out of, directly or indirectly, any claim of personal injury or death associated with such unintended or unauthorized use, even if such claim alleges that Motorola was negligent regarding the design or manufacture of the part. Motorola and Ⓜ are registered trademarks of Motorola, Inc. Motorola, Inc. is an Equal Opportunity/Affirmative Action Employer.

Mfax is a trademark of Motorola, Inc.

How to reach us:
USA/EUROPE/Locations Not Listed: Motorola Literature Distribution;
P.O. Box 5405, Denver, Colorado 80217. 303–675–2140 or 1–800–441–2447

Mfax™: RMFAX0@email.sps.mot.com – TOUCHTONE 602–244–6609
– US & Canada ONLY 1–800–774–1848

INTERNET: http://motorola.com/sps

JAPAN: Nippon Motorola Ltd.: SPD, Strategic Planning Office, 4–32–1,
Nishi–Gotanda, Shinagawa–ku, Tokyo 141, Japan. 81–3–5487–8488

ASIA/PACIFIC: Motorola Semiconductors H.K. Ltd.; 8B Tai Ping Industrial Park,
51 Ting Kok Road, Tai Po, N.T., Hong Kong. 852–26629298

5. RETIFICADORES

5.1. INTRODUÇÃO

Quase todos os circuitos eletrônicos requerem uma fonte de energia CC(contínua) que na maioria das vezes é baseada na conversão de uma tensão de CA (alternada) para CC (contínua). Os circuitos responsáveis por esta conversão são denominados, RETIFICADORES.

5.2. RETIFICADOR DE MEIA ONDA

O circuito mais simples de retificação é denominado: RETIFICADOR DE MEIA ONDA. (Fig.5.1)

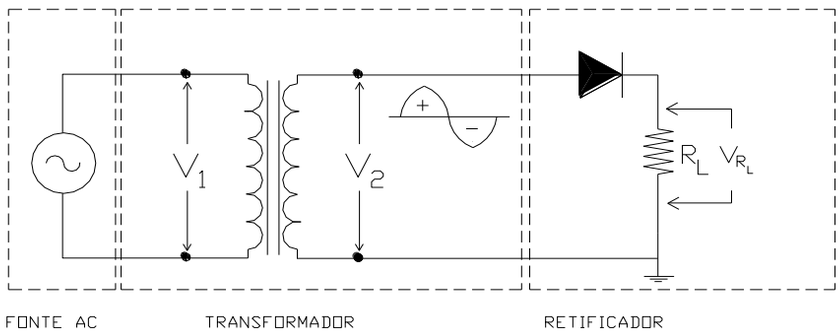


Figura. 5.1_ Retificador de Meia Onda

Fonte: elaborada pela autora

Toda a análise será efetuada considerando o diodo como ideal. A saída do secundário tem dois ciclos de tensão: Um semiciclo positivo e um negativo.

- No semiciclo positivo da tensão do secundário o diodo está polarizado diretamente para todas as tensões instantâneas maiores do que a Barreira de Potencial. Isto produz aproximadamente uma meia onda senoidal de tensão através do resistor de carga ($R_{L)}$. O pico da tensão retificada é igual à tensão de pico do secundário ($V_{2pico)}$, tendo em mente um diodo ideal.

- Na metade negativa do ciclo (semiciclo negativo), o diodo está com a polarização reversa. Assim, ignorando as correntes de fuga, a corrente de carga cai à zero ($I_{R)}$. É por esta razão que a tensão da carga cai à zero entre 180º e 360º.

IMPORTANTE

Pode-se observar que neste retificador, é efetuada a conversão da tensão de entrada AC em uma tensão pulsante CC.

A tensão da carga é sempre positiva ou zero, dependendo de qual metade do ciclo ela se encontra.

Desprezando a queda de tensão no diodo, a Tensão Média ou o valor CC do sinal de meia onda é dada por:

$$V_m = \frac{V_{2pico}}{\pi} \quad \text{ou} \quad V_m = 0{,}318\, V_{2pico} \quad \text{ou} \quad V_m = 0{,}318\, V_{2P}$$

V_m = Tensão Média ou V_{cc}

Como o Retificador de Meia Onda é um circuito com uma única malha, a corrente cc do diodo é igual a corrente cc(ou $I_{m)}$ da carga:

$$I_m = \frac{V_m}{R} \quad \text{e} \quad I_D = I_R$$

No Retificador de Meia Onda, no instante em que a tensão do secundário atinge o seu pico máximo negativo, o diodo está com polarização reversa.

Esta tensão máxima inversa é chamada de Tensão de pico inversa.

$$PIV = V_{2pico} \quad \text{ou} \quad PIV = V_{2P}$$

A freqüência do sinal de Meia Onda é igual à frequência da rede (frequência da linha) que é de 60 Hz (valor da nossa concessionária), assim:

$$T = \frac{1}{f} = \frac{1}{60\ Hz} = 0{,}0167 \text{ segundos} = 16{,}7 \text{ ms}$$

T = Período

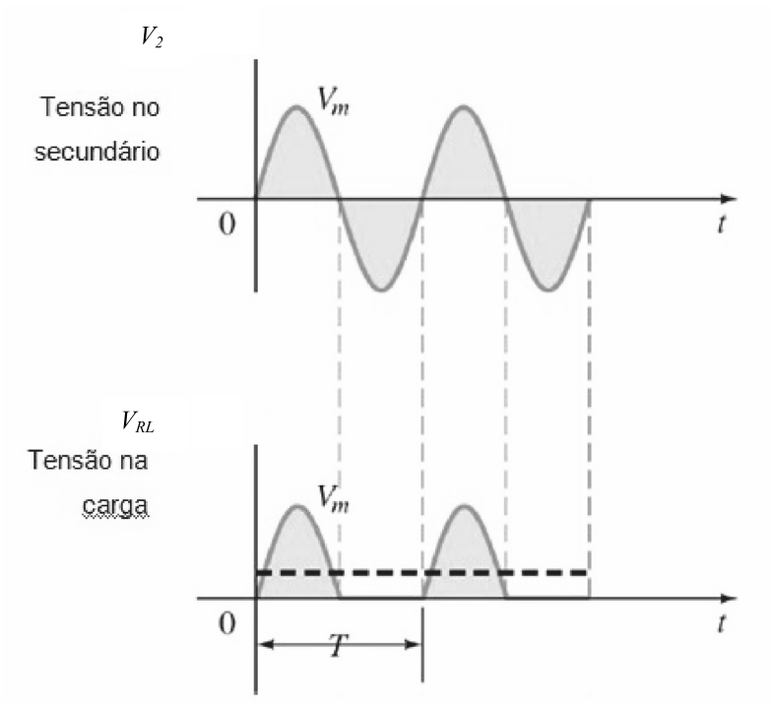
f = Frequência

Outras considerações:

-Tensão Eficaz na carga: $V_{ef} = \frac{V_{2pico}}{2}$ ou $V_{ef} = \frac{V_{max}}{2}$

- Corrente Eficaz na carga e no Diodo: $I_{ef} = \frac{I_{max}}{2}$

Formas de Onda resultantes:



Desenhe as formas de onda de Tensão para o Retificador de Meia Onda



5.3. RETIFICADOR DE ONDA COMPLETA COM TAP CENTRAL (OU CENTER TAP OU DERIVAÇÂO CENTRAL)

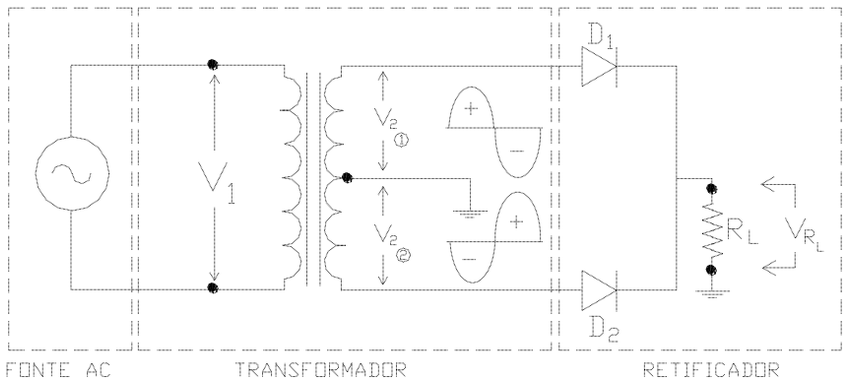


Figura 5.2_Retificador de Onda Completa com Derivação Central

Fonte: elaborada pela autora

Neste retificador (Fig.5.2), o enrolamento do secundário do Transformador é dividido exatamente na metade (através da tomada central). Sendo assim, este retificador irá funcionar como se fossem 2 retificadores de meia onda.

FUNCIONAMENTO:

- Durante o semiciclo positivo da tensão do secundário, o diodo D_1 está polarizado diretamente e o diodo D_2 está polarizado reversamente; portanto, a corrente passa pelo diodo D_1, pelo resistor de carga R_L e pela metade superior do enrolamento.
- Durante o semiciclo negativo, a corrente passa pelo diodo D_2, pelo resistor de carga R_L e pela metade inferior do enrolamento.

Como a tensão de carga V_{RL} tem a mesma polaridade, independente de qual diodo (D_1 ou $D_{2)}$ esteja conduzindo, a tensão de carga é sinal com retificação de onda completa (Ver gráfico de tensão sobre a carga).

Devido ao enrolamento do secundário com derivação central, cada circuito do diodo recebe apenas metade da tensão do secundário.

$$V_{2\ 1} \text{ ou } V_{2\ 2} = 0{,}5 \cdot V_{2Pico}$$

O Valor Médio ou cc da saída é o dobro da saída do retificador de meia onda:

$$V_{CC} \text{ ou } V_m = \frac{2 \cdot V_{2Pico}}{\pi}$$

$$V_{CC} \text{ ou } V_m = 0{,}636 \cdot \frac{V_{2Pico}}{2}$$

Já a **corrente em cada diodo**, agora é a metade da corrente cc na carga, visto que cada diodo está em condução em seu momento e contribuindo com a metade da corrente da carga.

$$I_D = \frac{I_{cc}}{2}$$

O período T de uma onda repetitiva é o tempo entre pontos equivalentes ou correspondentes da onda. A frequência **f** é o inverso do período.

Já em um retificador de onda completa, o período de saída é a metade do período de entrada, com isso a frequência de saída é o dobro da frequência de entrada.

Assim:

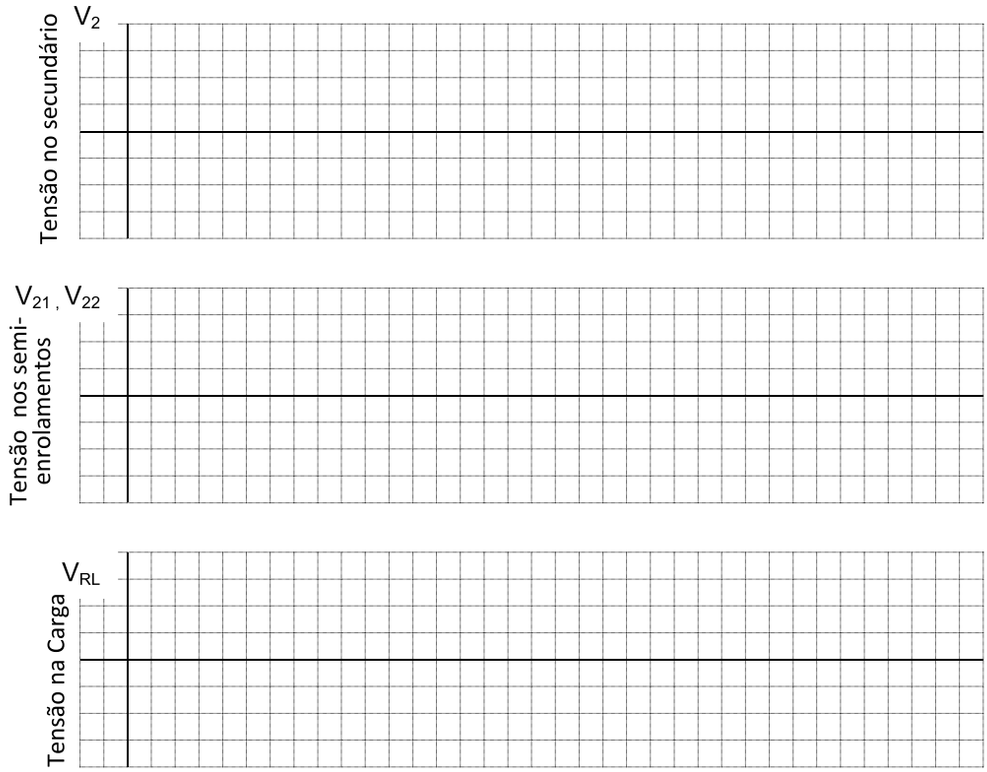
$$T_{saída} = \frac{T_{entrada}}{2} \longrightarrow f_{saída} = 2 \cdot f_{entrada}$$

TPI - Tensão de Pico Inversa ou TPR - Tensão de Pico Reversa: É o maior valor de tensão reversa que o diodo pode suportar sem entrar na região de avalanche Zener.

Para o Retificador de Onda Completa com Tap Central:

$$TPI \text{ ou } TPR = 2 \cdot V_{2pico}$$

Desenhe as formas de onda de Tensão para o Retificador de Onda Completa com Center Tap



5.4. RETIFICADOR DE ONDA COMPLETA EM PONTE

O Retificador de Onda Completa em Ponte (Fig.5.3) é a forma mais simples de se retificar um sinal, pois alcança a tensão de pico completa de um Retificador de Meia onda e o Valor Médio mais alto de um Retificador de Onda Completa.

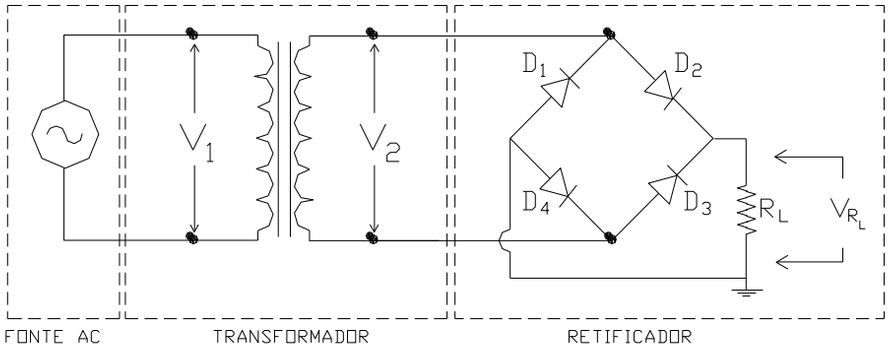


Figura 5.3. _ Retificador de Onda Completa em Ponte

Fonte: elaborada pela autora

- Durante o semiciclo positivo da tensão do secundário, os diodos D_2 e D_4 estarão polarizados diretamente, assim, estarão conduzindo. Os diodos D_1 e D_3 estarão polarizados reversamente (não conduzindo).

- Durante o semiciclo negativo da tensão do secundário, os diodos D_1 e D_3 é que estarão conduzindo, pois estarão polarizados reversamente. Os diodos D_2 e D_4 não conduzirão.

- Em qualquer um dos dois semiciclos, a tensão de carga (V_{RL}) tem a mesma polaridade , porque a corrente de carga estará circulando no mesmo sentido independentemente de qual (quais) diodo esteja conduzindo, sendo assim, a tensão de carga é um sinal com retificação completa da onda.

Desprezando as quedas nos diodos:

$$V_{S_{pico}} = V_{2pico}$$

$V_{S\ pico}$ ou V_{RL} ---- Tensão de pico na saída do retificador

$$V_{cc} = 0{,}636 . V_{2pico}$$

V_{cc} ou V_m ------- Tensão Média sobre a carga

IMPORTANTE

Um dos motivos do Retificador em Ponte ser mais utilizado que o Retificador com Tap Central, é que a tensão de pico do secundário ($V_{2\ pico}$) aparece toda através do resistor de carga (Vs_{pico} ou V_{RL}). Além disso, um transformador com Derivação Central (ou de Tap Central) que produza tensões iguais em cada metade do enrolamento secundário é difícil e caro de ser fabricado.

- Cada Diodo conduz durante um semiciclo (metade do ciclo) assim, a especificação da corrente que circula por cada diodo será a metade da corrente CC de carga.

$$I_D = 0{,}5 . I_{cc} \quad \text{ou} \quad I_D = 0{,}5 . I_m$$

I_D -- Corrente cc do Diodo

I_{cc} ou I_m ---- Corrente média sobre carga R_L

- Tensão de Pico Inversa ou Tensão de Pico Reversa (TPI ou PIV)

$$TPI = 2 . V_{2\ pico}$$

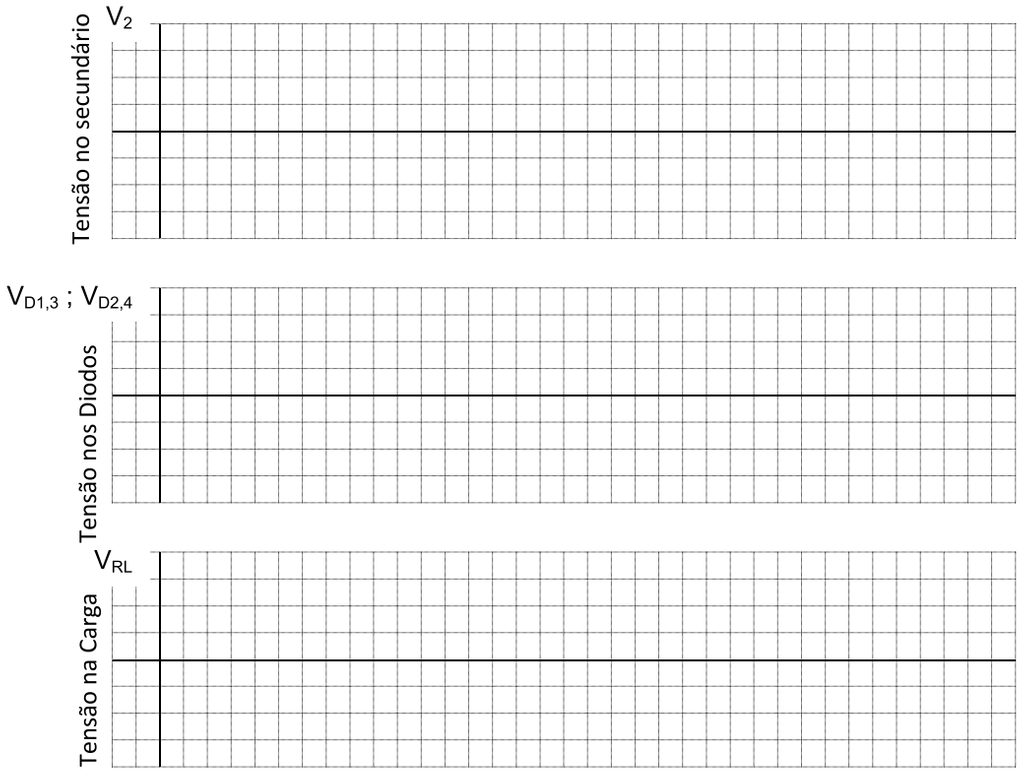
- A Freqüência do Sinal de Saída é o dobro da freqüência do sinal de entrada.

$$f_{saída} = 2 . f_{ent}$$

$f_{saída}$ - frequência de saída.

f_{ent} - frequência de entrada.

Desenhe as formas de onda de Tensão para o Retificador de Onda Completa em Ponte.



6. CAPACITORES (COMO FILTRO)

O capacitor é um componente eletrônico, constituído por duas placas condutoras, separadas por um material isolante, chamado dielétrico (Fig.6.1).

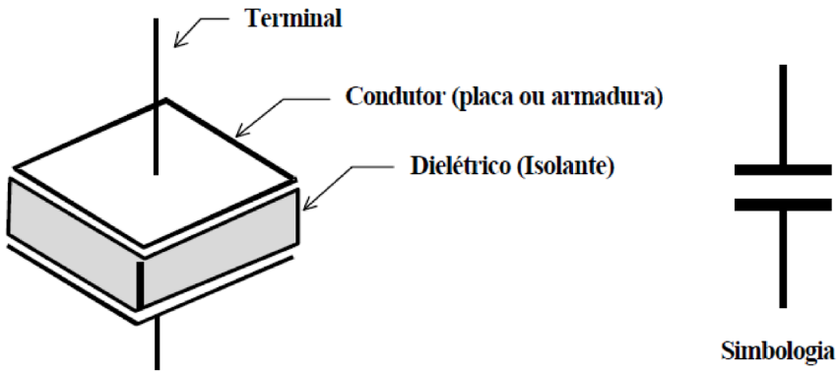


Figura 6.1 _Representação e simbologia do capacitor

Ao ligar uma bateria com um capacitor descarregado, haverá uma distribuição de cargas e após determinado tempo às tensões na bateria e no capacitor serão as mesmas. E deixa de “circular” corrente elétrica.

Se o capacitor for desconectado da bateria, as cargas elétricas acumuladas permanecem no capacitor, portanto é mantida a diferença de potencial no capacitor.

O capacitor pode armazenar carga elétrica.

O capacitor se opõe a variação de tensão elétrica.

A capacidade que tem um capacitor para armazenar cargas depende da sua capacitância.

$$C = \frac{\varepsilon . S}{d}$$

onde:

ε = constante dielétrica (F/m)

S = área de uma das placas (são iguais) (m2)

d = Espessura do dielétrico em metro (m)

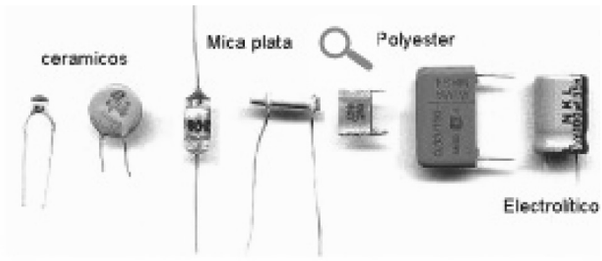
C = Capacitância em Farads (F)

Em geral se usa submúltiplos do Farad: μF, nF, PF

6.1. TIPOS DE CAPACITORES

Alguns tipos de capacitor apresentam suas peculiaridades, vantagens e desvantagens:

- **Cerâmicos:** Capacitores pequenos, de baixo custo, adequados para altas frequências. São fabricados com valores de capacitância de picofarads (pF) até 1 microfarad (μF). Sua capacitância pode variar dependendo da tensão aplicada.
- **Poliéster:** Muito utilizados para sinais AC de baixa frequência, mas inapropriados para altas frequências. Seu valor típico de capacitância reside na ordem dos nanofarads (nF).
- **Tântalo:** Alta capacitância, tamanho reduzido, ótima estabilidade. Existem modelos polarizados e não polarizados. Possuem maior custo de produção em relação aos capacitores eletrolíticos e tensão máxima de isolamento em torno de 50V.
- **Mica:** São inertes, ou seja, não sofrem variação com o tempo e são muito estáveis, porém, de alto custo de produção.
- **Óleo:** Possuem alta capacitância e são indicados para aplicações industriais, pois suportam altas correntes e picos de tensão elevados. Possuem tamanho superior em relação a outros tipos de capacitores e seu uso é limitado a baixas frequências.
- **Eletrolíticos:** Nome comumente empregado aos capacitores cujo dielétrico é o óxido de alumínio imerso em uma solução eletrolítica. São capacitores polarizados de alto valor de capacitância, muito utilizados em fontes de alimentação. Possuem custo reduzido em relação ao valor da capacitância, porém, proporcionam grandes perdas e seu uso é limitado a baixas freqüências.
- **Variável** (distância / área) entre outros.



7. RETIFICADORES COM FILTRO CAPACITIVO

A saída de um retificador médio é uma tensão cc (contínua) pulsante. Porém o que se necessita realmente para a maioria dos circuitos eletrônicos é de uma tensão cc constante, ou seja, após a retificação, a tensão aplicada à carga, apesar de unidirecional, possui ainda uma ondulação bastante acentuada, dificultando o seu aproveitamento em circuitos eletrônicos.

Para que ela se torne mais uniforme é necessário o uso de algum tipo de filtro. Este filtro é feito com a adição de um capacitor em paralelo a Carga.

7.1. RETIFICADOR DE MEIA ONDA COM FILTRO CAPACITIVO

Considerando um retificador de meia onda com filtro capacitivo (Fig.7.1).

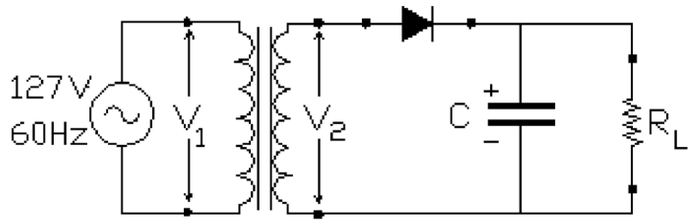


Figura 7.1 _Retificador de Meia Onda com Filtro Capacitivo

Fonte: elaborada pela autora

- Em um retificador com filtro, durante o primeiro quarto do ciclo de tensão da fonte CA, o diodo está com polarizado diretamente. Como o diodo está "ligado" a fonte diretamente através do capacitor, o capacitor se carrega até a tensão de pico V_P.

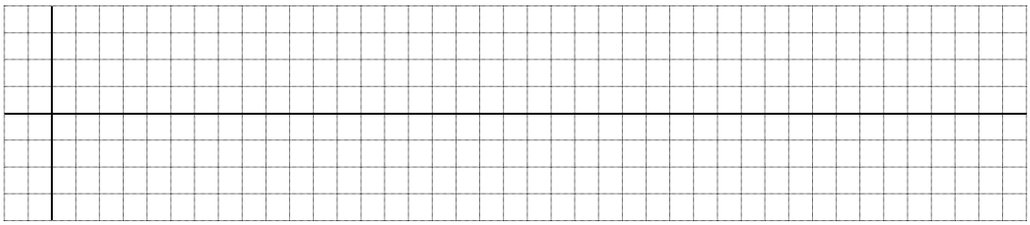
- Logo depois de passado o pico positivo, o diodo pára de conduzir. Porque o capacitor tem a tensão de pico por meio dele. Como a tensão da fonte é ligeiramente menor que a tensão de pico, o diodo passa para a polarização reversa. Com o diodo agora aberto, o capacitor se descarrega através da resistência de carga. Como a constante de tempo de descarga do capacitor é muito maior do que o período T o sinal de

entrada o capacitor perde somente uma pequena parte da sua carga. E quando a tensão da fonte atinge novamente o seu pico, o diodo volta a conduzir durante um breve intervalo de tempo e recarrega o capacitor , mantendo sua tensão aproximadamente igual à tensão de pico da fonte.

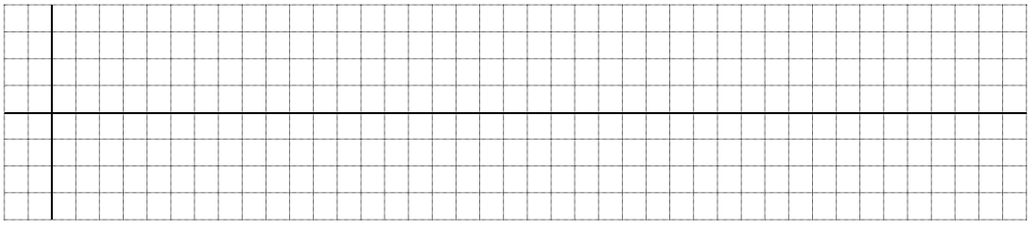
- A tensão de carga agora é uma tensão cc quase perfeita**. O único desvio são as pequenas ondulações causadas pelas constantes cargas e descargas do capacitor.**

IMPORTANTE : Existem algumas formas de se reduzir esta ondulação, uma delas **é aumentar a constante de tempo da descarga (RC) do capacitor, outra é usar um retificador de onda completa.**

Formas de Onda : Tensão no Secundário



Tensão sobre a carga



As mesmas considerações feitas para o retificador de meia onda, podem ser efetuadas agora para os retificadores de onda completa, lembrando que para estes retificadores (onda completa) (Fig.7.2) como o próprio nome indica a retificação será feita tanto no semiciclo positivo quanto no semiciclo negativo .

7.2. RETIFICADOR DE ONDA COMPLETA EM PONTE COM FILTRO CAPACITIVO

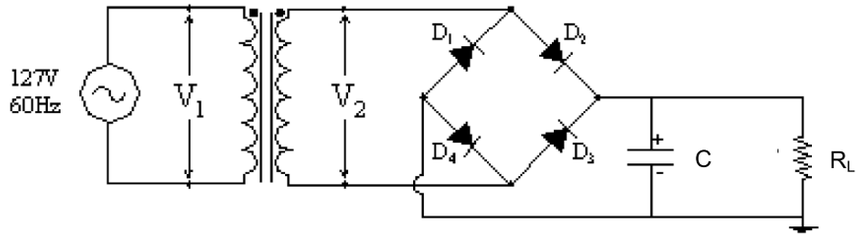
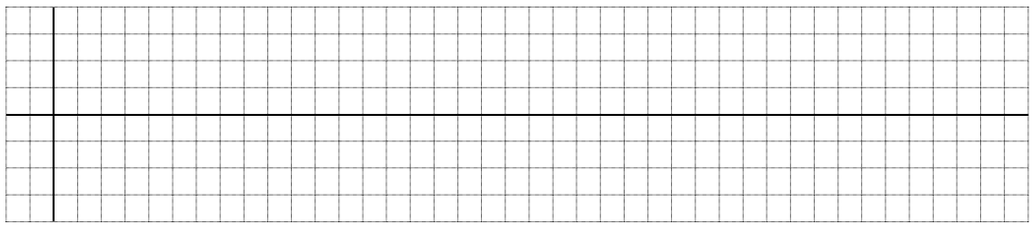


Figura 7.2 _Retificador de Onda Completa em Ponte com Filtro Capacitivo

Fonte: elaborada pela autora

Formas de Onda: Tensão no Secundário



Tensão sobre a Carga



A frequência de ondulação de um retificador de meia onda é 60Hz, e de onda completa é 120 Hz. **A tensão de ondulação V_{OND}** pode ser determinada conforme a seguir :

$$V_{OND} = \frac{I}{F \cdot C}$$

Onde :

V_{OND} = Tensão de ondulação (Volts – V)

I = Corrente na Carga (corrente média) (Ampere – A)

F = frequência de ondulação (ou $f_{S)}$ (Hertz)

C = Capacitância (Farad – F)

Para se projetar Retificadores com filtro capacitivo, esta ondulação ($V_{OND)}$ poderá ser estimada em 10% da tensão de pico.

Idealmente, a tensão de carga cc (V_{CC} ou V m) é igual à tensão de pico ($V_{2P)}$. Como existe a ondulação provocada pela descarga do capacitor, pode-se dizer que:

$$V_{CC} = V_{2P} - \left[\frac{V_{OND}}{2} \right]$$

No instante em que o circuito é energizado, o capacitor se parece com um curto, portanto a corrente inicial de carga será muito grande. Esta corrente é chamada de corrente de surto, e é dada por:

$$I_{surto} = V_p / R_{TH}$$

Esta resistência é denominada resistência de Thevenin (R_{TH}) e é vista do capacitor em direção ao retificador.

8. DIODO ZENER

Diodo Zener é um tipo especial de diodo, que por construção, intencionalmente, opera na região de ruptura. Este diodo é o elemento principal dos reguladores de tensão, circuitos que mantêm a tensão na carga quase constante, independentemente da alta variação de tensão de linha e na resistência da carga (ou seja, utilizado para garantir tensão constante independente da corrente requisitada pela carga do circuito), ele é um diodo de silício otimizado para operar na região de ruptura, por isso algumas vezes ele é conhecido como diodo de ruptura (Fig.8.1)

Símbolo do Diodo Zener

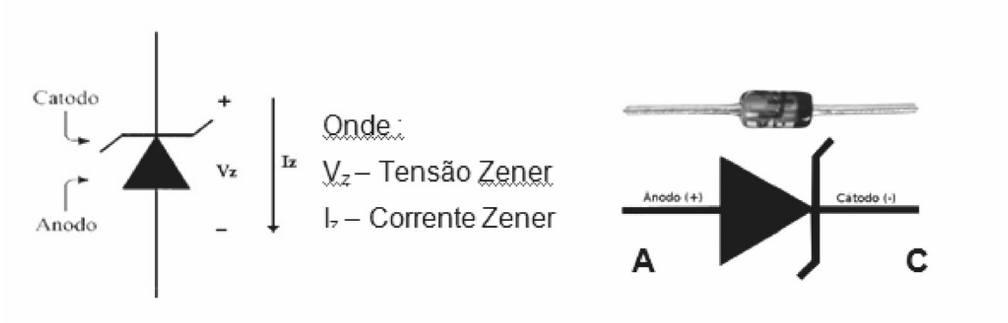
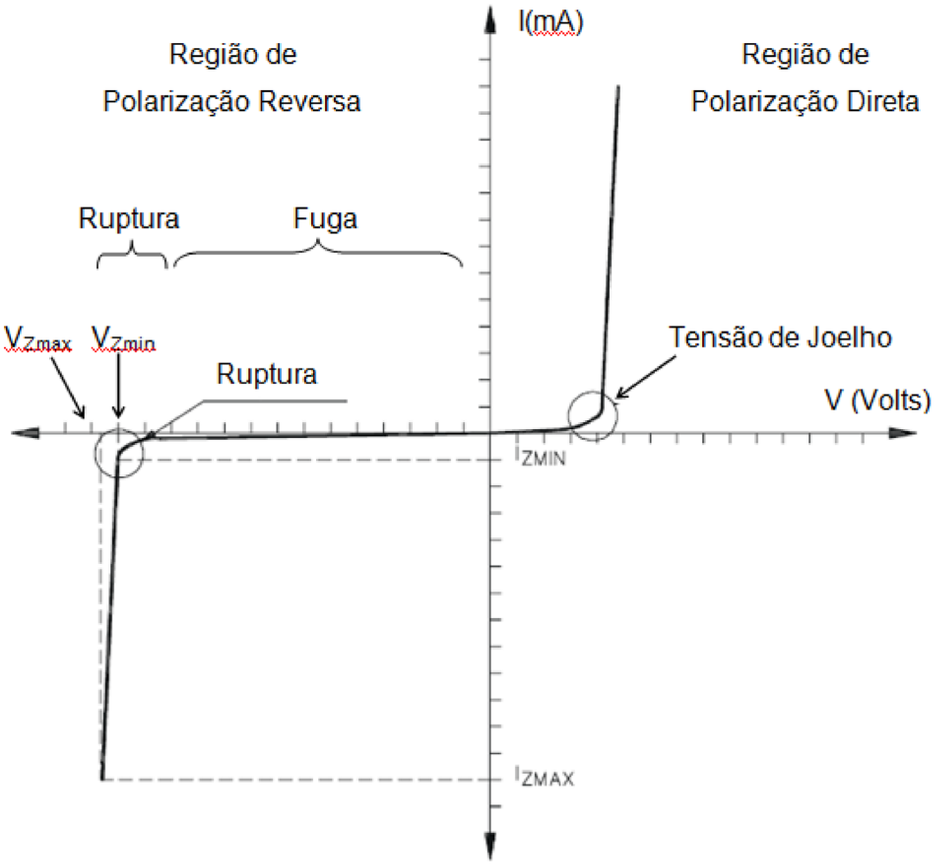


Figura 8.1 _ Diodo Zener - Simbologia

O diodo zener é também é chamado de diodo regulador de tensão, por que ele mantém uma tensão de saída constante, embora a corrente nele varie. Normalmente utiliza-se um resistor R em série para limitar a corrente de Zener em um valor abaixo de sua corrente máxima nominal. Caso contrário, o diodo Zener queimaria como qualquer outro dispositivo submetido a uma dissipação de potência muito alta.

Logo, sua principal aplicação é a de conseguir uma tensão estável (tensão de ruptura) e normalmente ele está polarizado reversamente e em série com um resistor limitador de corrente.

8.1. CURVA CARACTERÍSTICA (V x I) DO DIODO ZENER



Onde :

V_{Zmax} = Tensão zener máxima especificada

V_{Zmin} = Tensão zener mínima especificada

I_{Zmaz} = Corrente zener máxima especificada

I_{Zmin} = Corrente zener mínima especificada

OBS.: Um dos parâmetros importantes a ser considerado é o de potência dissipada pelo diodo zener (P_z), a potência máxima (P_{Zmax}) que pode dissipar sem se danificar (parâmetro especificado pelo fabricante) e a corrente máxima (I_{zmax}).

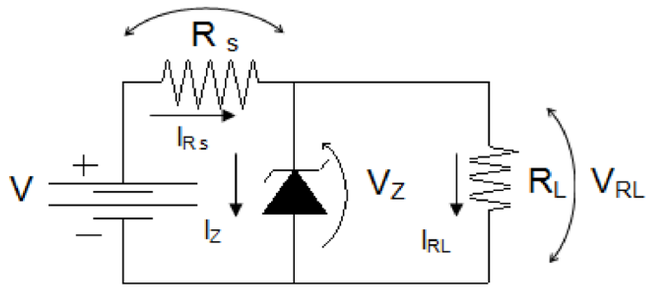
$$P_Z = V_Z \times I_Z$$

$$P_{Zmax} = V_{Zmax} \times I_{Zmax}$$

Características elétricas

- São especialmente concebidos para funcionar na zona de ruptura. Podem ser encontrados numa vasta variedade de tensões de operação, as quais estão associadas às tensões de ruptura.
- Assim como todos os diodos, os diodos zener também apresentam uma resistência interna nas regiões PN. Esta resistência pode provocar uma queda de tensão, além da tensão de ruptura.
- Comercialmente, podemos encontrar diodos zener, como reguladores de tensão, na faixa de 1,8 a 200 V.
- Quando polarizado diretamente o diodo zener opera como um diodo retificador normal.
- Pode estar a funcionar em qualquer das regiões: Direta ou Reversa (Fuga e Ruptura)

8.2. DIODO ZENER COMO REGULADOR DE TENSÃO (CIRCUITO CARACTERÍSTICO)



Onde :

V = Tensão da Fonte

R_S = Resistor Limitador de corrente

R_L = Resistência de carga (carga)

V_{Rs} = Tensão sobre o resistor R_S

V_{RL} = Tensão sobre o resistor de carga

V_Z = Tensão Zener

I_{Rs} = Corrente no resistor R_S

I_{RL} = Corrente no resistor R_L

I_Z = Corrente Zener

Objetivo:

Manter a tensão sobre a carga constante e de valor Vz (Tensão zener).

_Verificar a Tensão na carga

- enquanto o diodo cortado

$$V_{RL} = \frac{R_L}{(R_L + R_S)} \times V$$

- Com o diodo conduzindo reversamente

$$V_{RL} = V_Z$$

- Corrente sob R_S. (I_{RS})

$$I_{Rs} = \frac{V - V_Z}{R_S} \quad \text{ou} \quad I_{Rs} = \frac{V_{Rs}}{R_S}$$

Corrente sob R_L (I_{RL})

$$I_{RL} = \frac{V_{RL}}{R_L}$$

Corrente sob o zener (I_Z)

$$I_{Rs} = I_Z + I_{RL} \longrightarrow I_Z = I_{Rs} - I_{RL}$$

9. TRANSISTORES

9.1. INTRODUÇÃO

Á partir de 1951 as válvulas passaram a ser substituídas pelos Transistores (dispositivo semicondutor) alterando assim todo o Desenvolvimento da eletrônica mundial. Foram desenvolvidos á partir da tecnologia utilizada no diodo de junção obtendo assim grandes avanços na indústria em diversas áreas como projeto , aplicação em altas frequências e miniaturização .

Vantagens com relação às antigas válvulas (em geral):

- Menores.
- Mais leves.
- Tem menores perdas por aquecimento.
- Mais eficientes (absorvem menos potência).
- Sua utilização é instantânea, não necessitando de um período de aquecimento.
- Utilizam tensões de operação menores.

Os Transistores podem ser utilizados em diversas aplicações como amplificadores, detecção, osciladores entre outros .

Principais Transistores:

_Bipolares (os mais comuns) semelhantes aos diodos já estudados com a diferença de apresentarem 2 junções PN.

9.2. ASPECTOS DA CONSTRUÇÃO DO TRANSISTOR

O Transistor é um dispositivo semicondutor que tem uma camada (cristal) de material do tipo “P” (cristal tipo P) entre duas camadas do tipo “N” (cristal Tipo N) e vice versa .

São conhecidos como Transistores: Tipo NPN e PNP (Fig. 9.1).

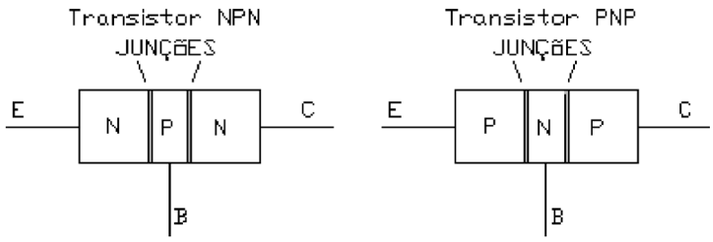


Figura 9.1_ Tipos de Transistores – NPN e PNP

Fonte: elaborada pela autora

Os Terminais do Transistor (normalmente indicados por letras maiúsculas) são conhecidos como:

- **E – Emissor** - Principal função: "Emitir" ou injetar portadores de carga para a base.
  - Fortemente dopado

.

- **B – Base** - É levemente dopada.
  - É a camada mais fina, permitindo que a maioria dos portadores de carga lançados do emissor para a base dirijam-se ao coletor.

- **C – Coletor** - "Recebe" ou coleta os portadores de carga que vem da Base.
  - Mediamente dopado.
  - É a maior das três camadas, por isso deve dissipar mais calor que a base ou emissor. Nele é dissipada a maior parte da potência gerada pelos circuitos transistorizados.

Nas camadas mais externas dos transistores, os materiais são mais fortemente dopados, com "larguras" maiores.

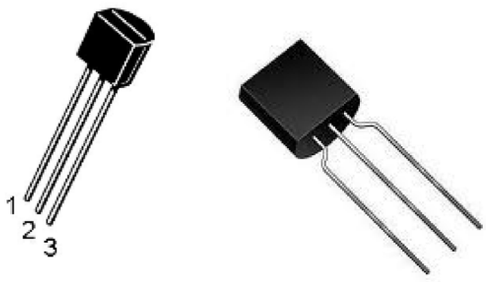
A camada mais interna recebe o nome de **Base** e é mais levemente dopada e mais fina (terá assim a condutividade reduzida e por conseqüência maior resistência, diminuindo o número de portadores livres – "controlando" assim a passagem de corrente entre as duas camadas externas).É seguido da camada denominada Coletor que tem uma dopagem média e finalmente, **Emissor**, a mais fortemente dopada.

O Transistor tem duas junções **PN** - 1ª entre Emissor e Base e 2ª entre Base e Coletor, se assemelhando a dois diodos.

A difusão de cargas através da junção produz duas camadas de depleção, cada uma com aproximadamente uma barreira de potencial de 0,7Volts (silício) á 25°C.

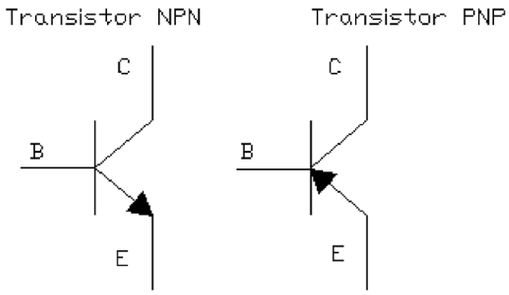
9.3. TRANSISTOR BIPOLAR DE JUNÇÃO

Dentre os Transistores temos o TJP (sigla) - Transistor Bipolar de Junção, que é o mais comum. O Termo Bipolar indica que as lacunas (ou buracos) e os elétrons participam do processo de injeção de material opostamente polarizado.
(Unipolar – Refere-se a quando um só portador é empregado, elétron ou lacuna. exemplo : Diodo Schotty)



O funcionamento de um Transistor NPN é similar ao do PNP, bastando que sejam levados em conta os portadores majoritários do emissor. Os portadores majoritários de emissor do tipo "P" são as lacunas e do Tipo "N" são os elétrons. Significando tensões e correntes invertidas nos transistores NPN e PNP .

9.3.1 Símbolos de Transistores _ NPN e PNP

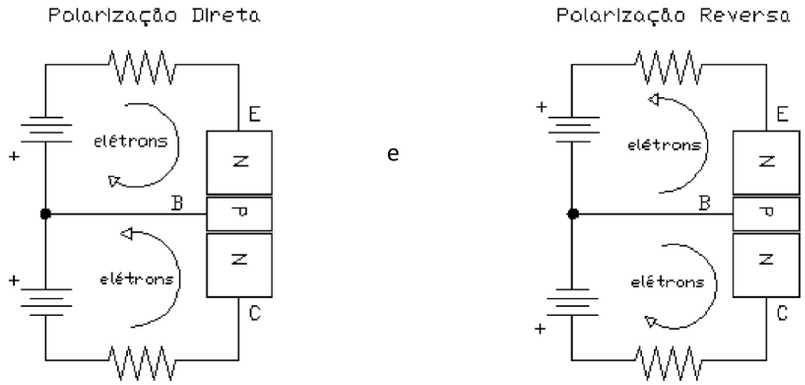


Fonte: elaborada pela autora

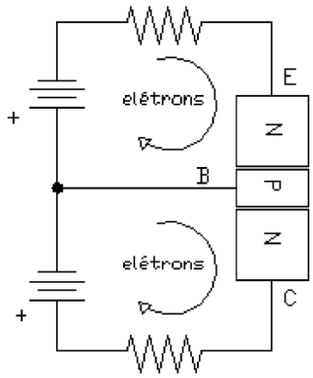
9.3.2. Modos de Operação - Polarização de Transistor (NPN)

As junções do Transistor podem ser polarizadas direta ou reversamente.

Junções com :

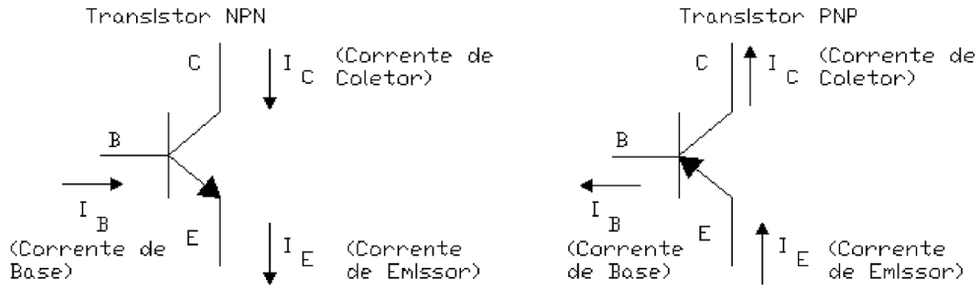


Junção com Polarização Direta-Reversa



Fonte: elaborada pela autora

9.3.3. Correntes no Transistor (considerando o fluxo de corrente convencional)



Fonte: elaborada pela autora

OBS.: Normalmente a corrente de Base I_B é muito pequena em relação às correntes de coletor I_C e de emissor I_E.

Assim , pela Lei de Kirchhoff:

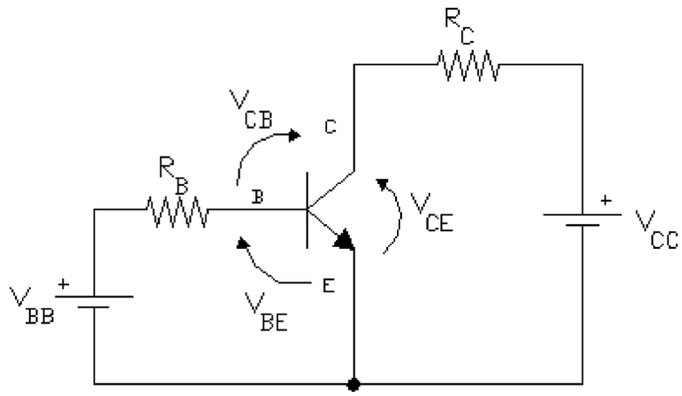
$$I_E = I_B + I_C$$

IMPORTANTE: O que torna um Transistor muito útil é que basicamente I_C (corrente no coletor) é aproximadamente igual a I_E (corrente no emissor), pois I_C é muito maior que I_B (corrente na base), propiciando um ganho de corrente denominado β_{CC} (ou $h_{FE)}$.

$$I_C \approx I_E \quad \text{pois } I_C \gg I_B$$

$$\beta_{CC} = \frac{I_C}{I_B}$$

9.3.4. Transistor em Configuração Emissor Comum



Fonte: elaborada pela autora

Onde:

V BE - Tensão entre Base / Emissor

V CE - Tensão entre Coletor / Emissor

V CB - Tensão entre Coletor / Base

R C - Resistência limitadora de corrente

V BB - Tensão de alimentação (varia normalmente entre 5V á 15V)

$$I_B = \frac{V_{BB} - V_{BE}}{R_B}$$

$$V_{CE} = V_{CC} - I_C \times R_C$$

$V_{CE} = V_C - V_E$ etc.

Dissipação de Potência

$$P_D = V_{CE} \times I_C$$

Esta Potência é a causa do aumento da temperatura na junção do diodo coletor. Valores aproximados de 150 °C á 200 °C.

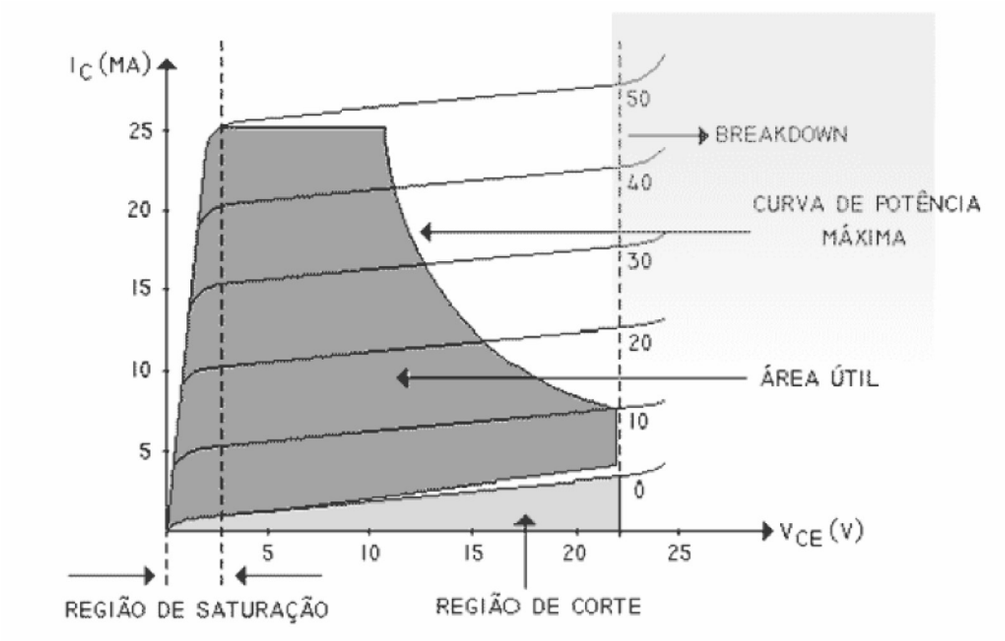
9.3.5. Regiões de Operação dos Transistores

- Região Ativa - Onde o diodo emissor está diretamente polarizado e o coletor reversamente polarizado.

- Região de Ruptura

-Região de Saturação - O diodo coletor não está polarizado reversamente (V_{CE} ~ 0 á 1V)

- Região de Corte - Quando a corrente de base $I_B = 0$, mas ainda existe uma corrente de coletor I_C (muito pequena).



Aproximações :

1ª Aproximação : Transistor Ideal

Não existirão as regiões de ruptura nem de corte .

2ª Aproximação : $V_{BE} = 0,7$ V

3ª Aproximação : $V_{BE} \approx 1,0$ V

CURSO TÉCNICO EM

TELECOMUNICAÇÕES

ETAPA 1

ELETRÔNICA DIGITAL TEORIA E PRÁTICA

CONTEÚDO: Eletrônica digital

OBJETIVOS DA DISCIPLINA: Introduzir os conceitos fundamentais da eletrônica digital e fornecer ao aluno as ferramentas básicas para o desenvolvimento de projetos de eletrônica digital.

CARGA HORÁRIA TOTAL DA DISCIPLINA: 80 AULAS

DISTRIBUIÇÃO DOS PONTOS

1º BIMESTRE

ATIVIDADES	PONTUAÇÃO
CRITÉRIO DO PROFESSOR	20 pts
PROVA BIMESTRAL	20 pts

2º BIMESTRE

ATIVIDADES	PONTUAÇÃO
CRITÉRIO DO PROFESSOR	20 pts
MOSTRA TECNOLÓGICA	10 pts
PROVA BIMESTRAL	30 pts

REFERÊNCIAS:

Bibliografia

[1] Ronald J. Tocci and Neal S. Widmer, *Sistemas Digitais: princípios e aplicações*, 7th ed. Rio de Janeiro, RJ, Brasil: LTC, 2000.

[2] Dale Patrick, Stephen Fardo, and Vigyan Vigs Chandra, *Electronic digital system fundamentals*. London, UK: Fairmont Press, 2008.

[3] A. P. MALVINO and D. P. LEACH, *Eletrônica Digital: Princípios e Aplicações*. São Paulo: McGraw-Hill, 1987.

[4] F. G. CAPUANO and I. V. IDOETA, *Elementos de Eletrônica Digital*. São Paulo: Érica.

[5] Barry Paton, *Fundamentals of Digital Electronics*. Austin: National Instruments Corporate Headquarters, 1998.

Sumário

INTRODUÇÃO 303
O que são circuitos digitais? 303

SISTEMAS DE NUMERAÇÃO 304
Sistema decimal 304
Sistema binário 305
Conversão binário-decimal 307
Conversão decimal-binário 307
Sistema octal 309
Conversão octal-decimal 309
Conversão octal-binário 310
Conversão binário-octal 310
Sistema Hexadecimal 311
Conversão hexadecimal-decimal 312
Conversão hexadecimal-binário 312
Conversão binário-hexadecimal 313
Códigos binários 313
Código BCD 314
Código Gray 315

PORTAS LÓGICAS E ÁLGEBRA BOOLEANA 315
Porta AND (E) 316
Porta OR (OU) 318
Porta NOT (Não) 321
Porta NAND (Não-E) 323
Porta NOR (Não-OU) 324
Porta EXOR (OU EXCLUSIVA) 326
Porta EX-NOR (Não OU EXCLUSIVA) 327
Teoremas booleanos 330
Obtenção de expressões lógicas a partir de circuitos lógicos 332
Obtenção dos circuitos a partir de expressões lógicas 333
Obtenção das expressões lógicas a partir da tabela verdade 334
Método da Soma de produtos (ou Mintermos) 335
Método do Produto de somas (ou Maxtermos) 335
Simplificações 337

FAMÍLIAS LÓGICAS 338

PROJETO DE CIRCUITOS COMBINACIONAIS 341
Método do mapa de Karnaugh 342
Codificadores e decodificadores 346

CIRCUITOS SEQUENCIAIS 347

Latch com portas NAND 348
Latch com portas NOR 351
Flip-Flop SC 352
Flip-Flop J-K 355
Flip-Flop tipo D 356
Flip-Flop tipo T 358
Entradas Assíncronas 358
Contadores 360
    Contadores Assíncronos 360
    Contadores Síncronos 362
MEMÓRIAS 363

INTRODUÇÃO

A eletrônica está dividida em duas grandes áreas: a eletrônica analógica e a eletrônica digital. A eletrônica digital tem vem se tornando uma das áreas mais promissoras da eletrônica nas últimas décadas e está presente em grande parte das áreas, tais como: ciência da computação, automação de sistemas, equipamentos médicos, áudio e vídeo, etc. O objetivo desta apostila é fornecer ao aluno os conceitos básicos com os quais operam todos os sistemas digitais, dos mais simples aos mais complexos. Ao final do estudo, espera-se que o aluno esteja apto a reconhecer os diversos componentes básicos da eletrônica digital; executar simplificações; construir tabelas-verdade; e executar pequenos projetos de eletrônica digital.

O que são circuitos digitais?

Diferentemente dos circuitos analógicos, que utilizam grandezas continuamente variáveis ao longo do tempo, os circuitos digitais trabalham com grandezas que tem um número limitado de (em geral somente dois) de valores possíveis. Os sinais digitais, desse modo, são caracterizados por variações discretas ou “saltos” em seus valores.

Os circuitos digitais possuem algumas vantagens em relação aos circuitos analógicos, por exemplo: maior facilidade de projeto; maior facilidade para armazenar informações; maior capacidade de integração e miniaturização; maior imunidade a ruídos.

Em sistemas reais são frequentemente híbridos, ou seja, possuem tanto componentes digitais quanto componentes analógicos.

SISTEMAS DE NUMERAÇÃO

Para entender os circuitos digitais e a lógica envolvida em suas operações, é necessário ter em mente alguns fundamentos dos sistemas de numeração. Os mais usados são: o decimal (o mais familiar), o binário, o octal e o hexadecimal.

Sistema decimal

É aquele que todos nós utilizamos no dia a dia, composto por 10 algarismos (0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9). Com esses 10 dígitos pode-se facilmente expressar qualquer quantidade, a depender da maneira como eles estão arranjados, ou seja, o valor que determinado dígito assume, depende da posição que ele ocupa no número. Por isso diz-se que se trata de um sistema de valor posicional. Tome-se, por exemplo, o número 432. Sabe-se que nesse número, o dígito 4 não vale 4 unidades, mas sim quatro centenas. Do mesmo modo, o dígito 3, vale três dezenas e o dígito 2 vale duas unidades. Tais números podem também ser expressos em potências de 10. Onde os valores os seguintes valores posicionais:

Milhar	Centena	Dezena	Unidade	Décimo	Centésimo	Milésimo
10^3	10^2	10^1	10^0	10^{-1}	10^{-2}	10^{-3}
0	0	0	2	6	3	2
	1	4	9	0	0	0
1	0	5	3	2	0	0
0	1	5	7	0	3	0

Tabela 1: Tabela de valores posicionais do sistema decimal

Na tabela anterior, estão representados os números: 2,632; 149; 1053,2 e 157,03. Tais números também podem ser expressos através da soma de cada dígito multiplicado pelo seu valor posicional (potência de 10 equivalente):

$$149 = 9 \times 10^0 + 4 \times 10^1 + 1 \times 10^2 = 9 \times 1 + 4 \times 10 + 1 \times 100 = 9 + 40 + 100$$

Repita o mesmo procedimento para os outros números da tabela.

Sistema binário

Os circuitos digitais, no entanto, não trabalham com o sistema decimal, pelo fato de que seria muito complicado implementar circuitos que tivessem capacidade de reconhecer 10 níveis de tensão diferentes. Já no caso de apenas dois níveis diferentes, essa implementação torna-se mais fácil. Por isso, a maioria dos circuitos digitais opera com o sistema de numeração binário.

O sistema binário utiliza dois dígitos (0 e 1) para representar qualquer quantidade. Cada um dos dígitos do sistema binário é chamado de BIT (do inglês *binary digit*, ou dígito binário*)* e cada conjunto de 8 bits é chamado de Byte.

A tabela a seguir apresenta as representações de 0 a 31 no sistema binário:

Número Binário	Valor em decimal	Número Binário	Valor em decimal
0	0	10000	16
1	1	10001	17
10	2	10010	18
11	3	10011	19
100	4	10100	20
101	5	10101	21
110	6	10110	22
111	7	10111	23
1000	8	11000	24
1001	9	11001	25
1010	10	11010	26
1011	11	11011	27
1100	12	11100	28
1101	13	11101	29
1110	14	11110	30
1111	15	11111	31

Assim como no caso dos números decimais, os números binários também podem ser representados por uma soma de potências de base 2, por exemplo:

Pesos	2^2	2^1	2^0	2^{-1}	2^{-2}
	1	0	1	0	1

O número acima corresponde a:

$$101{,}01_2 = (1 \times 2^2) + (0 \times 2^1) + (1 \times 2^0) + (0 \times 2^{-1}) + (1 \times 2^{-2}) = 5{,}25_{10}$$

Do mesmo modo, o número binário 1100100, pode ser expresso, em decimal, da seguinte forma:

$$1100100 = 1 \,.\, 2^6 + 1 \,.\, 2^5 + 0 \,.\, 2^4 + 0 \,.\, 2^3 + 1 \,.\, 2^2 + 0 \,.\, 2^1 + 0 \,.\, 2^0$$
$$1100100 = 64 + 32 + 0 + 0 + 4 + 0 + 0$$
$$1100100 = 100$$

Em outras palavras, o número $1100100_{(2)}$ é igual a $100_{(10)}$. Os números subscritos entre parêntesis indicam a base (sistema de numeração) na qual o número está representado. Com um número N de bits, é possível representar qualquer quantidade entre 0 e 2^N-1. Por exemplo, com 8 bits, podemos representar de 0 (00000000) até 2^8-1=256-1= 255 (11111111). O bit com menor valor posicional é chamado de LSB (do inglês Least Significant Bit, ou bit menos significativo) e o bit com maior valor posicional é chamado de MSB (Most Significant Bit, ou bit mais significativo).

Conversão binário-decimal

Para converter um número binário em seu equivalente decimal, basta somarem-se aos pesos de todas as posições nas quais houverem o dígito 1. Por exemplo,

$$\begin{array}{l} 1 \quad 1 \quad 0 \quad 1 \quad 1_2 \qquad\qquad (binário) \\ 2^4 + 2^3 + 0 + 2^1 + 2^0 = 16 + 8 + 2 + 1 \\ \qquad\qquad\qquad\qquad = 27_{10} \quad (decimal) \end{array}$$

$$\begin{array}{l} 1 \quad 0 \quad 1 \quad 1 \quad 0 \quad 1 \quad 0 \quad 1_2 = \\ 2^7 + 0 + 2^5 + 2^4 + 0 + 2^2 + 0 + 2^0 = 181_{10} \end{array}$$

Exemplos:

a) Converter para decimal o número binário 11101001
b) Converter para decimal o número binário 1100110

Conversão decimal-binário

Há basicamente dois métodos para converter números da base 10 (decimal) para a base 2 (binário). O primeiro deles, mais intuitivo, é feito basicamente o número decimal como uma soma de potências de 2. Nas posições que tiverem potências de 2, será colocado 1 e nas outras 0, como no seguinte exemplo:

$$\begin{array}{l} 45_{10} = 32 + 8 + 4 + 1 = 2^5 + 0 + 2^3 + 2^2 + 0 + 2^0 \\ \qquad\qquad\qquad\qquad = 1 \quad 0 \quad 1 \quad 1 \quad 0 \quad 1_2 \end{array}$$

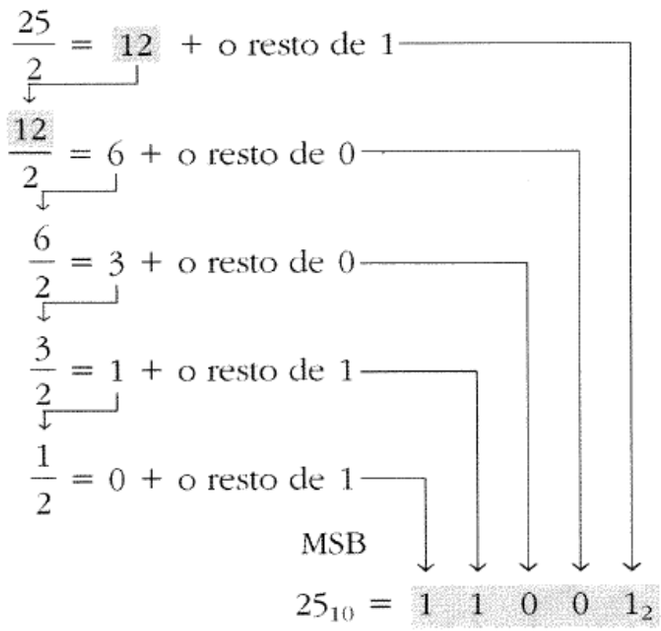
Na posição 2^4 e 2^1 são colocados zeros, já que estas não aparecem na decomposição do número em potências de 2.

Há abaixo outro exemplo do mesmo método de conversão:

$$76_{10} = 64 + 8 + 4 = 2^6 + 0 + 0 + 2^3 + 2^2 + 0 + 0$$
$$= 1 \quad 0 \quad 0 \quad 1 \quad 1 \quad 0 \quad 0_2$$

O outro dos dois métodos mencionados é o método das divisões sucessivas por 2. O método consiste em dividir o número a ser convertido por 2 e depois o resto que se obtiver também deve ser dividido por 2 e assim sucessivamente até que se atinja um quociente 0.

O exemplo a seguir ilustra o método das divisões sucessivas para converter o número $25_{(10)}$:



Exemplos:

a) Converta o número $29_{(10)}$ para binário
b) Converta o número $128_{(10)}$ para binário

Sistema octal

O sistema octal de numeração é um sistema de base 8 no qual existem 8 algarismos (0 a 7). A figura a seguir mostra as sequencias de 0 a 16 para a base dez e para a base oito:

DECIMAL	OCTAL
0	0
1	1
2	2
3	3
4	4
5	5
6	6
7	7
8	10
9	11
10	12
11	13
12	14
13	15
14	16
15	17
16	20

Figura 1: Base decimal x base octal

Conversão octal-decimal

Para converter da base 8 para a base 10 o procedimento é análogo ao da conversão binário-decimal. Bastando somar as potências de 8 nas posições pertinentes. Por exemplo:

$$\begin{aligned} 372_8 &= 3 \times (8^2) + 7 \times (8^1) + 2 \times (8^0) \\ &= 3 \times 64 + 7 \times 8 + 2 \times 1 \\ &= 250_{10} \end{aligned}$$

Outro exemplo:

$$24{,}6_8 = 2 \times (8^1) + 4 \times (8^0) + 6 \times (8^{-1}) = 20{,}75_{10}$$

Conversão octal-binário

Uma das principais vantagens do sistema octal é a facilidade com que este pode ser convertido para o sistema binário. A conversão é realizada simplesmente convertendo-se cada dígito octal nos três bits binário equivalentes. Como o sistema octal possui algarismos de 0 a 7 e com 3 bits podemos representar quantidades de 0 até 2^3-1=7. A seguir é apresentada uma figura com a equivalência entre os algarismos do sistema octal e a equivalente tríade de bits:

Dígito Octal	0	1	2	3	4	5	6	7
Equivalente Binário	000	001	010	011	100	101	110	111

Figura 2: Conversão octal binário

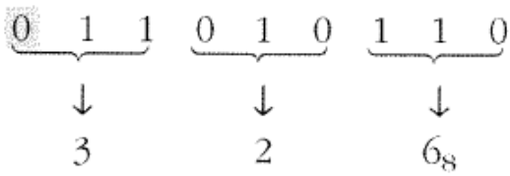
Desse modo, para converter, por exemplo, o número $472_{(8)}$ para binário basta fazer a equivalência com a Figura 2 da seguinte maneira:

4	7	2
↓	↓	↓
100	111	010

Agora converta o número $5431_{(8)}$ para binário

Conversão binário-octal

A conversão binário-octal é muito similar à conversão octal-binário, bastando fazer o processo inverso e utilizando também a Figura 2 para realizar as equivalências. Assim, para convertermos para a base 8 o número 11010110 dividirmos tal número em tríades de bits e em seguida consultador a tabela de conversão:



Note que o 0 à esquerda foi adicionado no intuito de formarem-se 3 grupos de 3 bits.

Sistema Hexadecimal

O sistema de numeração hexadecimal (ou de base 16) possui 16 símbolos possíveis (de 0 a 15): os dígitos de 0 a 9 e as letras A, B, C, D, E F. A tabela a seguir mostra as relações entre hexadecimal, decimal e binário:

Hexadecimal	Decimal	Binário
0	0	0000
1	1	0001
2	2	0010
3	3	0011
4	4	0100
5	5	0101
6	6	0110
7	7	0111
8	8	1000
9	9	1001
A	10	1010
B	11	1011
C	12	1100
D	13	1101
E	14	1110
F	15	1111

Tabela 2: Relações entre o sistema hexadecimal, decimal e binário.

Como é possível perceber, cada dígito hexadecimal equivale a 4 bits.

Conversão hexadecimal-decimal

Para converter um número na base 16 para a base 10 o processo é análogo ao visto para a base 8 e a base 2. Basta somarem-se as potências de 16 $(16^0, 16^1, 16^2 \cdot, etc)$ multiplicadas pelo dígito que ocupada àquela posição, lembrando que A=10, B=11, C=12, D=13, E=14, F=15. Os seguintes exemplos ilustram o processo:

$$\begin{aligned} 356_{16} &= 3 \times 16^2 + 5 \times 16^1 + 6 \times 16^0 \\ &= 768 + 80 + 6 \\ &= 854_{10} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 2\mathrm{AF}_{16} &= 2 \times 16^2 + 10 \times 16^1 + 15 \times 16^0 \\ &= 512 + 160 + 15 \\ &= 687_{10} \end{aligned}$$

Conversão hexadecimal-binário

Assim como no sistema octal, o sistema hexadecimal é bastante utilizado pelo fato de ter uma fácil conversão para o sistema binário. O processo de conversão hexadecimal-binário é análogo ao da conversão octal-binário. A única mudança, que pode ser intuída pela Tabela 2: Relações entre o sistema hexadecimal, decimal e Tabela 2, é que no sistema hexadecimal, cada digito é substituído por um conjunto de 4 bits. A aplicação do método pode ser vista no exemplo a seguir:

$$\begin{aligned} 9\mathrm{F2}_{16} &= \quad 9 \qquad\qquad F \qquad\qquad 2 \\ &\quad\;\; \downarrow \qquad\quad \downarrow \qquad\quad \downarrow \\ &= 1\;\;0\;\;0\;\;1 \quad 1\;\;1\;\;1\;\;1 \quad 0\;\;0\;\;1\;\;0 \\ &= 100111110010_2 \end{aligned}$$

Faça a conversão para binário do número $BA6_{(16)}$.

Conversão binário-hexadecimal

A conversão binário-hexadecimal é realizada fazendo o inverso da conversão hexadecimal-binário, ou seja, dividindo-se o número binário em “conjuntos” de 4 bits e fazendo a equivalência destes com os dígitos hexadecimais. O exemplo abaixo ilustra o método de conversão:

$$1\,1\,1\,0\,1\,0\,0\,1\,1\,0_2 = \underbrace{0\,0\,1\,1}_{3}\ \underbrace{1\,0\,1\,0}_{A}\ \underbrace{0\,1\,1\,0}_{6}$$
$$= 3A6_{16}$$

Agora, converta para hexadecimal o número binário 101011111.

Códigos binários

Através da utilização de códigos que permitem a representação dos nossos familiares algarismos decimais como combinação de bits, os circuitos digitais conseguem unir as vantagens do sistema binário e decimal. Os códigos mais utilizados são apresentados abaixo:

Código BCD

O código BCD (do inglês **B**inary-**C**oded **D**ecimal, ou Decimal codificado em binário) é um dos códigos mais utilizados e consiste em representar cada dígito decimal por 4 bits, como mostra a tabela abaixo.

Decimal	BCD
0	0000
1	0001
2	0010
3	0011
4	0100
5	0101
6	0110
7	0111
8	1000
9	1001

Tabela 3: Decimal x BCD

Desse modo, para representar o número 1256 na base 10 em BCD, basta fazermos as equivalências a seguir:

1= 0001, 2=0010, 5=0101, 6=0110, assim, o número 1256 codificado em BCD pode ser expresso por: 0001001001010110.

Os zeros à esquerda não podem ser desconsiderados porque cada dígito binário deve equivaler a exatamente 4 bits no código BCD.

Converta agora os números decimais (a)1469, (b)1034 e (c)932.

Código Gray

O código Gray também é muito utilizado. Ele não representa um número decimal e sua utilização está vinculada a sistemas de contagem em que primeiro byte segue o último. Ele também será usado para as simplificações através do mapa de Karnaugh que serão vistas posteriormente.

O objetivo do código Gray é que a cada transição só haja mudança em apenas um bit, como se segue:

Decimal	Código Gray
0	000
1	001
2	011
3	010
4	110
5	111
6	101
7	100

Tabela 4: Código Gray

PORTAS LÓGICAS E ÁLGEBRA BOOLEANA

A eletrônica digital é baseada em um sistema matemático de análise lógica desenvolvida pelo filósofo e matemático britânico George Boole (1815-1864). Esse sistema ficou conhecido como álgebra de Boole ou álgebra booleana. A álgebra booleana se apoia em determinadas funções básicas que são conhecidas por AND (E), OR (OU) e NOT (NÂO).

Ao contrário da álgebra matemática que trata de variáveis numéricas, a álgebra booleana trata de proposições ou variáveis que tem apenas dois valores possíveis (verdadeiro/falso, ligado/desligado, alto/baixo, aberto/fechado, etc.).

As funções básicas (AND, OR e NOT) são operadas por circuitos eletrônicos chamados portas lógicas. As portas lógicas são os blocos fundamentais para a construção de circuitos digitais mais complexos. Além das funções básicas mencionadas, existem portas lógicas que implementam funções derivadas (NAND, NOR, EXOR e EXNOR).

Porta AND (E)

A porta lógica AND (E) é um circuito que possui duas (ou mais) entradas e uma saída, de maneira que a saída só vai para ON (nível lógico “alto” ou 1) se TODAS as entradas estiverem em ON. Caso pelo menos uma das entradas esteja OFF (nível lógico “baixo” ou 0), a saída também vai para OFF.

A expressão booleana para a porta AND é:

$$Q = A.B$$

Onde o sinal. Expressa a operação AND. A e B são as entradas (ou variáveis independentes) e Q é a saída (ou variável dependente).

Uma das formas de visualizar o funcionamento da função lógica AND, é representando-a como uma combinação de chaves em um circuito elétrico como mostra a Figura 3

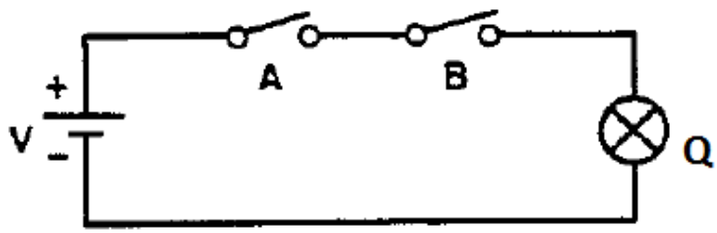


Figura 3: Representação da função AND através de um conjunto de chaves em um circuito elétrico

Nesse circuito, a saída Q, representada pela lâmpada, só é acesa quando as chaves A e B estão fechadas e, consequentemente, a tensão V é aplicada aos terminais de

Q. Caso uma das chaves seja aberta, a corrente é interrompida e a lâmpada se apaga.

As operações lógicas podem ser também traduzidas em uma tabela chamada TABELA VERDADE. A tabela verdade para a operação (e para a porta) AND é mostrada abaixo:

A	*B*	*Q=A* AND *B*
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

Tabela 5: Tabela Verdade para a porta (função AND)

Uma das propriedades da função AND é a comutatividade, isto é, se A e B tiverem sua ordem trocada, a saída Q não se altera, ou seja:

$$Q = A.B = B.A$$

Outra propriedade da função AND é a associatividade. Suponha um circuito como o da Figura 3, porém com 3 chaves A, B e C. Se primeiramente fizermos a operação AND entre A e B, obtemos como resultado uma variável lógica, que por sua vez poderá formar o produto lógico com C obtendo (A.B). C. Se, ao invés disso, formássemos primeiro o produto B.C, poderíamos, a seguir, obter A. (B.C). Portanto, o modo como as variáveis estão associadas não faz diferença. Pode-se então dizer que:

$$Q = (A.B)C = A(B.C)$$

A figura abaixo mostra os símbolos para o circuito que executa a função AND com duas e três entradas:



Figura 4: Símbolos para as portas AND de 2 e 3 entradas

As portas lógicas são implementadas em circuitos integrados (CI's). Cada CI possui várias portas lógicas. A seguir, é mostrado esquema do CI SN7408 que possui 4 portas AND de 2 entradas cada uma:

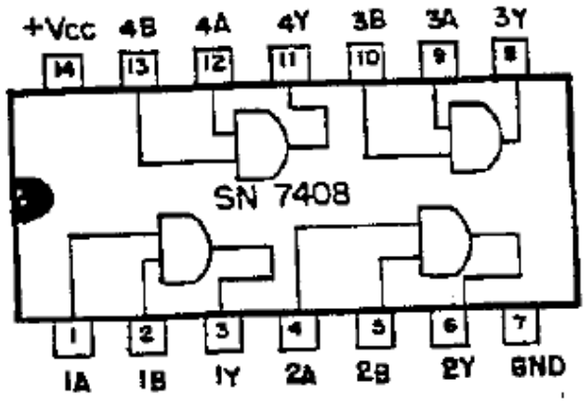


Figura 5: Esquema do CI SN7408

Porta OR (OU)

A porta lógica OR (OU) é um circuito que possui duas (ou mais) entradas e uma saída, de maneira que a saída vai para ON (nível lógico "alto" ou 1) se uma ou mais entradas estiverem em ON. Caso todas as entradas estejam em OFF (nível lógico "baixo" ou 0), a saída também vai para OFF.

A expressão booleana para a função OR é:

$$Q = A + B$$

A representação da função lógica OR como uma combinação de chaves em um circuito elétrico é mostrado abaixo:

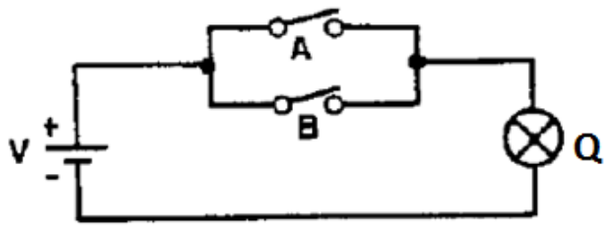


Figura 6: Representação da função OR através de um conjunto de chaves em um circuito elétrico

Nesse circuito, a saída Q, representada pela lâmpada, é acesa quando uma das chaves (A ou B) está fechada e, consequentemente, a tensão V é aplicada aos terminais de Q. Caso as duas chaves sejam abertas, a corrente é interrompida e a lâmpada se apaga.

A tabela verdade para a operação (e para a porta) OR é mostrada abaixo:

A	B	Q
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	1

Tabela 6: Tabela verdade para a função OR

A função OR, assim como a AND é possui de associatividade e comutatividade. Desse modo, pode-se dizer que:

$$A + B = B + A$$

E

$$A + (B + C) = (A + B) + C$$

A figura abaixo mostra os símbolos para o circuito que executa a função OR com duas e três entradas:

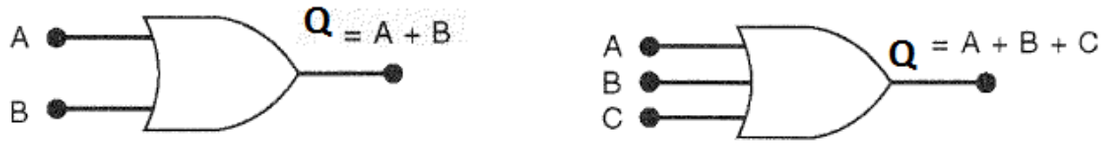


Figura 7: Símbolos para as portas OR de 2 e 3 entradas

Um dos circuitos integrados que implementam a função OR é o CI SN7432 que se constitui de 4 portas lógicas OR de 2 entradas cada uma, como mostra a figura abaixo:

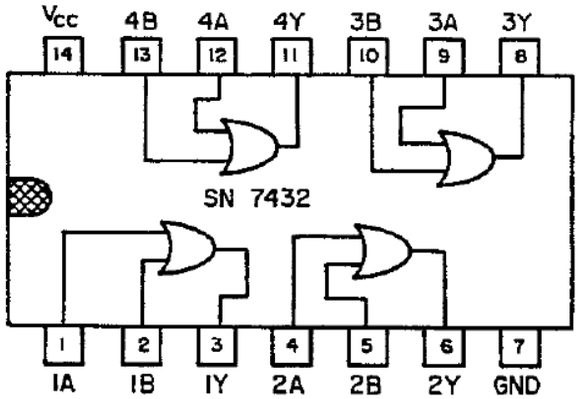


Figura 8: Esquema do CI SN7432

Porta NOT (Não)

A função NOT ou complementar é aquela que inverte o estado lógico da variável, ou seja, se a variável de entrada estiver em OFF (“zero” ou nível lógico baixo) a saída vai para ON (“um” ou nível lógico alto) e vice-versa. A expressão booleana para a função NOT é a seguinte:

$$Q = \overline{A}$$

A barra sobre a letra A significa que esta sofrerá uma inversão no seu estado lógico.

O circuito elétrico representando a função NOT pode ser visto na figura abaixo:

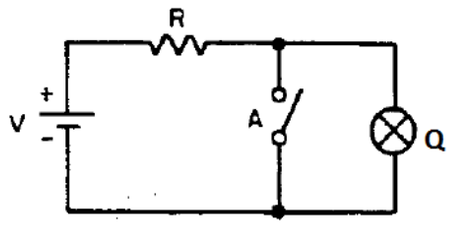


Figura 9: Representação da função NOT através de um conjunto de chaves em um circuito elétrico

Nesse circuito, a saída Q, representada pela lâmpada, é acesa (Q=1) quando a chave A está aberta (A=0) e, consequentemente, a tensão V é aplicada aos terminais de Q. Caso a chave A seja fechada (A=1), a corrente em Q é interrompida (Q=0) e a lâmpada se apaga.

A tabela verdade para a porta NOT é a seguinte:

NOT

A	Q = $\overline{A}$
0	1
1	0

Tabela 7: Tabela verdade para a função NOT

A figura abaixo mostra o símbolo do circuito NOT, também chamado inversor:

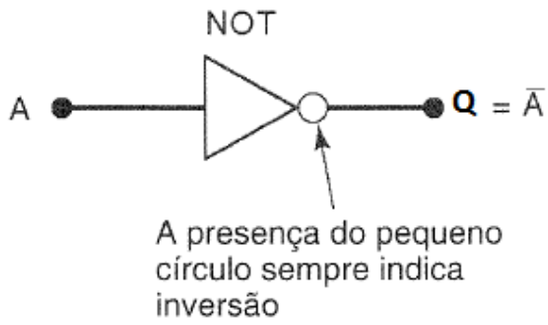


Figura 10: Símbolo da porta lógica (função) NOT

Para ilustrar o inversor implementado em um circuito integrado, abaixo é mostrado o esquema do CI SN7404, que é um exemplo típico de circuito digital inversor, apresentando um total de 6 portas NOT em um único CI.

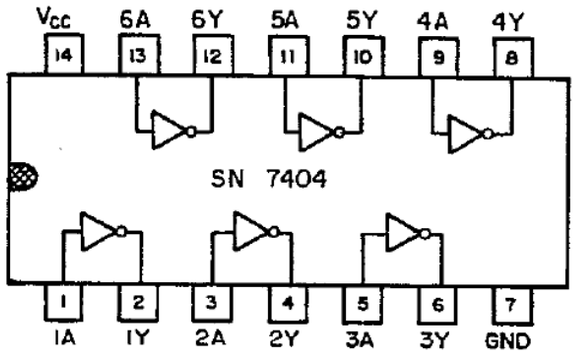


Figura 11: Esquema do CI SN7404

Porta NAND (Não-E)

Essa função é uma composição da função AND com a função NOT, ou seja, teremos uma AND invertida. A expressão booleana que representa a função NAND é a seguinte:

$$Q = \overline{A.B}$$

O traço sob a AND de A e B indica que está será invertida. A seguir, é mostrada a tabela verdade da porta NAND.

A	B	$Q = \overline{A.B}$
0	0	1
0	1	1
1	0	1
1	1	0

Tabela 8: Tabela Verdade da porta NAND

O símbolo da porta NAND é mostrado em seguida:

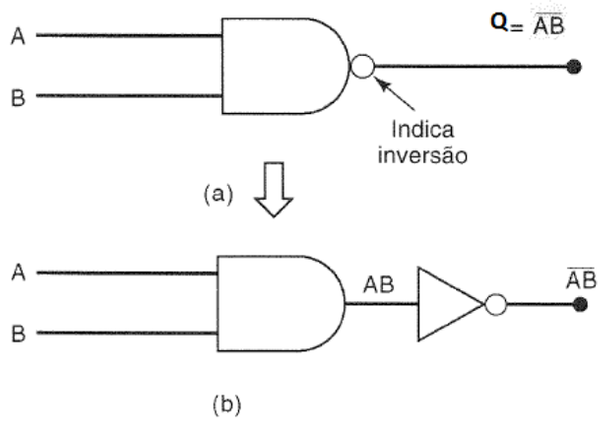


Figura 12: (a) Símbolo da porta NAND (b) circuito equivalente utilizando uma porta AND e uma porta NOT

Um circuito integrado que implementa portas NAND's é o SN7400, cujo esquema é mostrado a seguir:

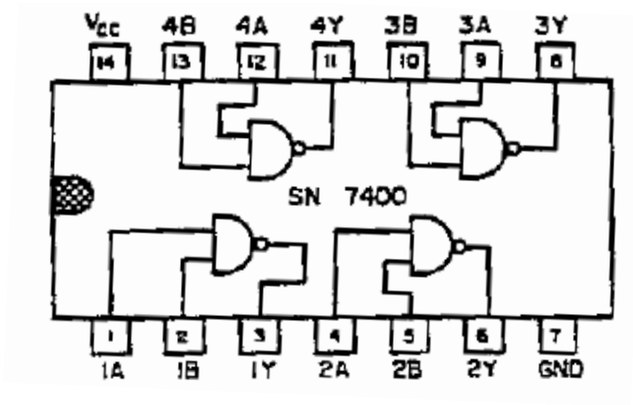


Figura 13: Esquema do CI SN7400

Porta NOR (Não-OU)

De maneira análoga à função NAND, a função NOR é a composição da função OR com a função NOT, ou seja, é o inverso da função OR. Sua representação booleana é a seguinte:

$$Q = \overline{A + B}$$

A tabela verdade da função NOR é mostrada logo abaixo:

A	B	$Q = \overline{A + B}$
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	0

Tabela 9: Tabela verdade da função NOR

O símbolo da função NOR é:

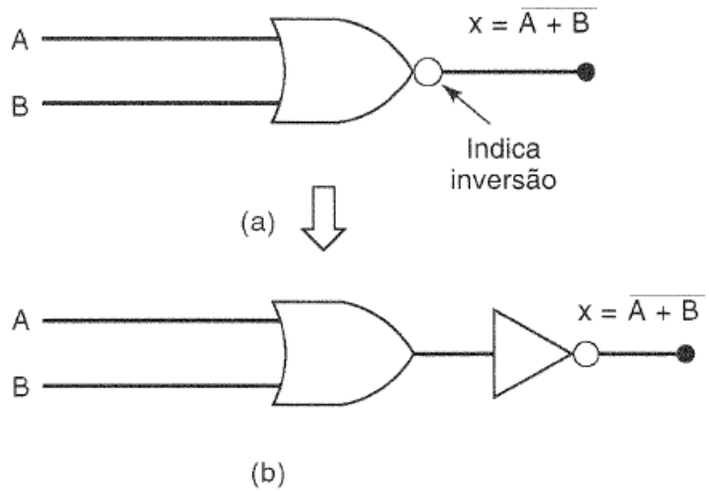


Figura 14: (a) Símbolo da porta NOR (b) circuito equivalente da função NOR

Para ilustrar um circuito que implementa a função NOR, pode-se citar o CI SN7402, cujo esquema é mostrado na figura abaixo:

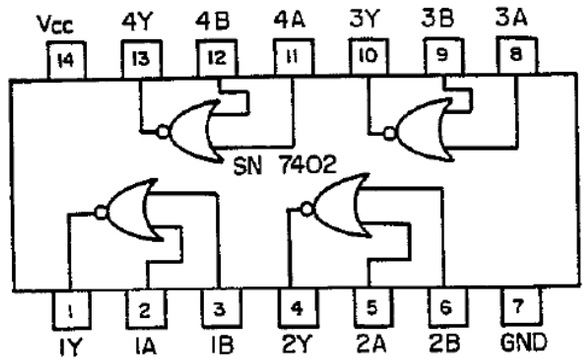


Figura 15: Esquema do CI 7402

Porta EXOR (OU EXCLUSIVA)

Outra função que desempenha um relevante papel nos circuitos lógicos é a EXOR (do inglês, *Exclusive OR*), também conhecida como OU EXCLUSIVA. Trata-se de uma função relacionada à comparação de duas variáveis. Pois a saída é igual a zero quando A=B e igual a um quando $A \neq B$. A representação booleana da função EXOR é mostrada abaixo:

$$Q = A \oplus B$$

Abaixo é mostrada a tabela verdade para a porta EXOR:

A	B	$Q = A \oplus B$
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	0

Tabela 10: Tabela verdade para a porta EXOR

Em seguida é mostrado o símbolo para a porta EXOR:

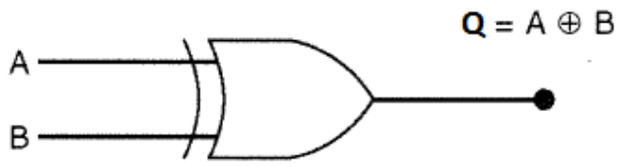


Figura 16: Símbolo da porta EXOR

Um circuito integrado que implementa a função EXOR é o CI SN7486, cujo diagrama é mostrado abaixo:

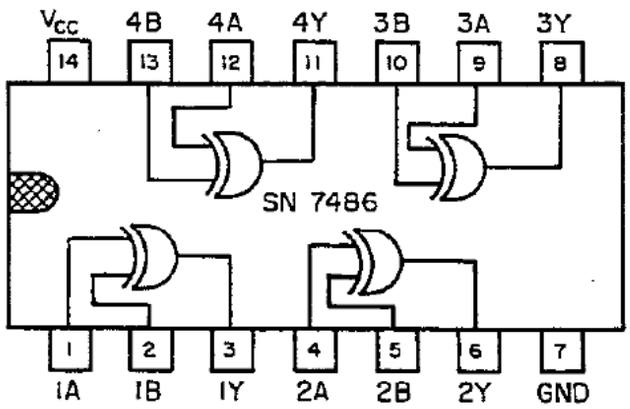


Figura 17: Esquema do CI SN 7486

Porta EX-NOR (Não OU EXCLUSIVA)

A função EX-NOR é a função EXOR negada. Com essa função a saída só é um quando A=B e é sempre zero quando $A \neq B$. A tabela verdade da EX-NOR é mostrada logo abaixo:

A	B	$Q = \overline{A \oplus B}$
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	1

Tabela 11: Tabela verdade para a porta EX-NOR

O símbolo da função EX-NOR é mostrado logo abaixo:

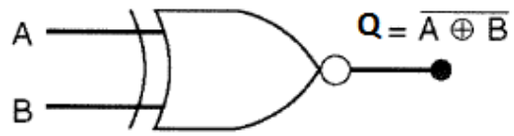


Figura 18: Símbolo da porta EX-NOR

A seguir, é mostrado o esquema do circuito integrado 4077 que contem 4 portas EX-NOR:

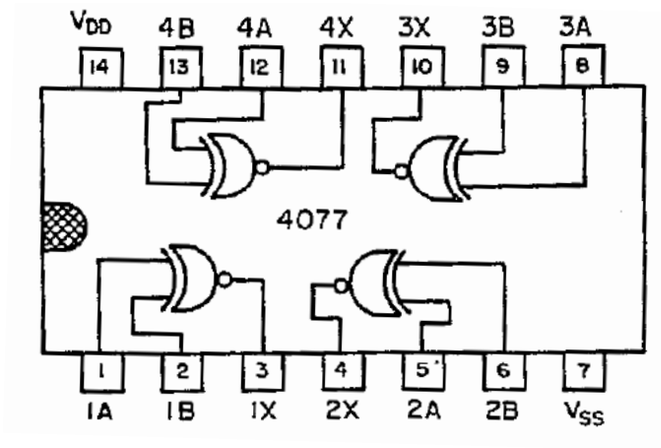
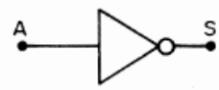
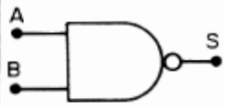
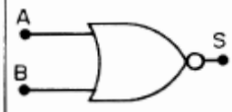


Figura 19: Esquema do CI 4077

Resumo de portas lógicas:

Porta	Símbolo Usual	Tabela Verdade	Função Lógica
E AND		A B S 0 0 0 0 1 0 1 0 0 1 1 1	Função E: assume valor 1 quando todas as variáveis forem iguais a 1 e assume valor zero nos outros casos possíveis.
OU OR		A B S 0 0 0 0 1 1 1 0 1 1 1 1	Função OU: assume valor zero quando todas variáveis forem iguais a zero e assume valor 1 nos outros casos.
NÃO NOT INVERSOR		A $\overline{A}$ 0 1 1 0	Função Não: inverte a variável aplicada à sua entrada.

NE NAND		A 0 0 1 1	B 0 1 0 1	S 1 1 1 0	Função NE: Inverso da função E.
NOU NOR		A 0 0 1 1	B 0 1 0 1	S 1 0 0 0	Função NOU: Inverso da função OU.
EX. OU EX.OR		A 0 0 1 1	B 0 1 0 1	S 0 1 1 0	Função EX-OU: Assume valor 1 quando as variáveis forem diferentes e zero quando forem iguais
EX.NOU EX.NOR		A 0 0 1 1	B 0 1 0 1	S 1 0 0 1	Função Ex.NOU: inversa em função Ex.OU

Teoremas booleanos

Toda a álgebra de Boole está baseada nos seguintes postulados:

1. *Sendo A uma variável booleana, para todo A, A=0 ou A=1.*
2. *0. 0 (zero and zero) = 0*
3. *1. 1 (um and um) = 1*
4. *0 + 0 (zero or zero) = 0*
5. *1 + 1 (um ou um) = 1*

6. *1. 0 (um and zero) = 0*
7. *1+0 (um ou zero) = 1*

Os teoremas da álgebra booleana são os seguintes:

1. *Comutatividade:*

$$A + B = B + A$$

$$A.B = B.A$$

2. Associatividade:

$$(A + B) + C = A + (B + C)$$
$$(A.B).C = A.(B.C)$$

3. Distributividade:

$$A.(B + C) = A.B + A.C$$
$$A + (B.C) = (A + B).(A.C)$$

4. Identidade:

$$A + A = A$$

$$A.A = A$$

5. Negação:

$$\overline{\overline{(A)}} = A$$

6. Redundância:

$$A + A.B = A$$
$$A.(A + B) = A$$

7. Sétimo:

$$0 + A = A$$

$$1.A = A$$

$$1 + A = 1$$

$$0.A = 0$$

8. Oitavo:

$$\overline{A} + A = 1$$

$$\overline{A} + A = 0$$

9. Nono:

$$A + \overline{A}.B = A + B$$

$$A.\left(\overline{A} + B\right) = A.B$$

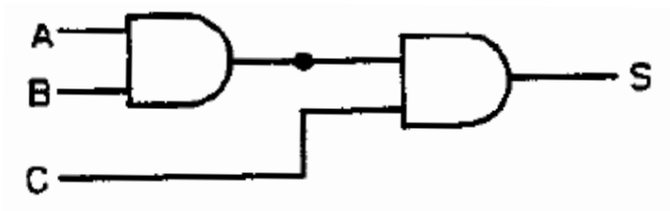
10. Teorema de “de Morgan”

$$\overline{A + B} = \overline{A}.\overline{B}$$

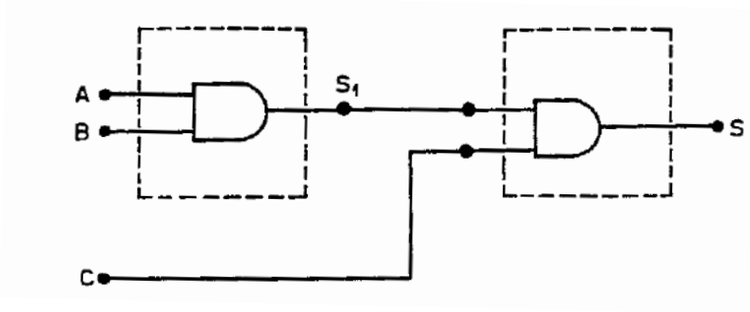
$$\overline{A.B} = \overline{A} + \overline{B}$$

Obtenção de expressões lógicas a partir de circuitos lógicos

Através de um circuito lógico, podemos chegar à expressão booleana para a sua saída de maneira razoavelmente simples. Por exemplo, como descobrir a expressão que o circuito abaixo executa:

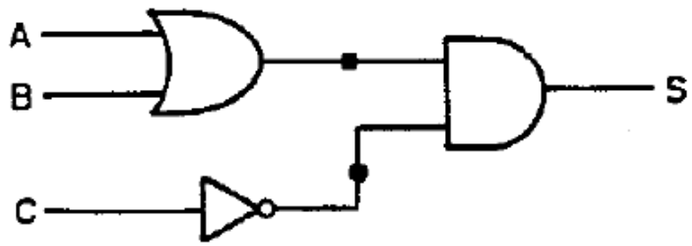


Uma das formas de se obter a expressão lógica do circuito é dividi-lo em dois blocos, da seguinte maneira:



Na saída S_1 tem-se a saída da AND A.B, logo S_1=A.B Como S_1 é à entrada de outra AND S_1. C, pode-se concluir que S= S_1.C, ou seja, S=A.B.C

Agora faça o mesmo procedimento para obter a expressão de S no seguinte circuito:

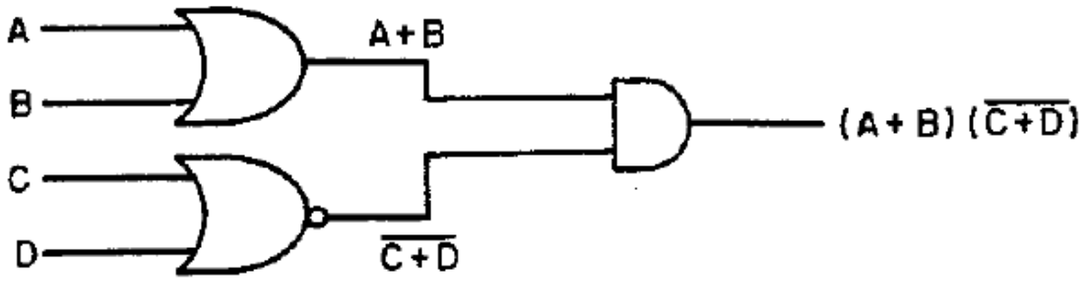


Obtenção dos circuitos a partir de expressões lógicas

Já foi visto o processo de obtenção da expressão lógica (booleana) a partir do circuito lógico, o próximo passo é aprender como é possível obter o circuito a partir da expressão lógica. Por exemplo, desenhar o circuito que corresponda à expressão:

$$S = (A + B).\overline{(C + D)}$$

Os parêntesis determinam quais operações são executadas primeiramente. Assim, tem-se uma OR de A e B e uma NOR de C e D. Depois há uma AND cujas entradas são as saídas da OR e da NOR, da seguinte maneira:



Agora desenhe os circuitos para as seguintes expressões:

a) $A.B + \overline{C} + \overline{C.D}$

b) $\overline{\overline{A}.\overline{B} + A.B} + C$

Obtenção das expressões lógicas a partir da tabela verdade

Para mostrar como é possível obter a expressão lógica a partir da tabela verdade para um circuito digital, observe o seguinte exemplo, que ilustra a tabela verdade de um circuito com 3 (A, B e C) entradas e uma saída:

A	B	C	**S**
0	0	0	0
0	0	1	1
0	1	0	1
0	1	1	0
1	0	0	1
1	0	1	0
1	1	0	0
1	1	1	1

Existem dois métodos para obter diretamente a expressão de S, são eles:

- Soma de produtos (ou Mintermos)
- Produto de somas (ou Maxtermos)

Método da Soma de produtos (ou Mintermos)

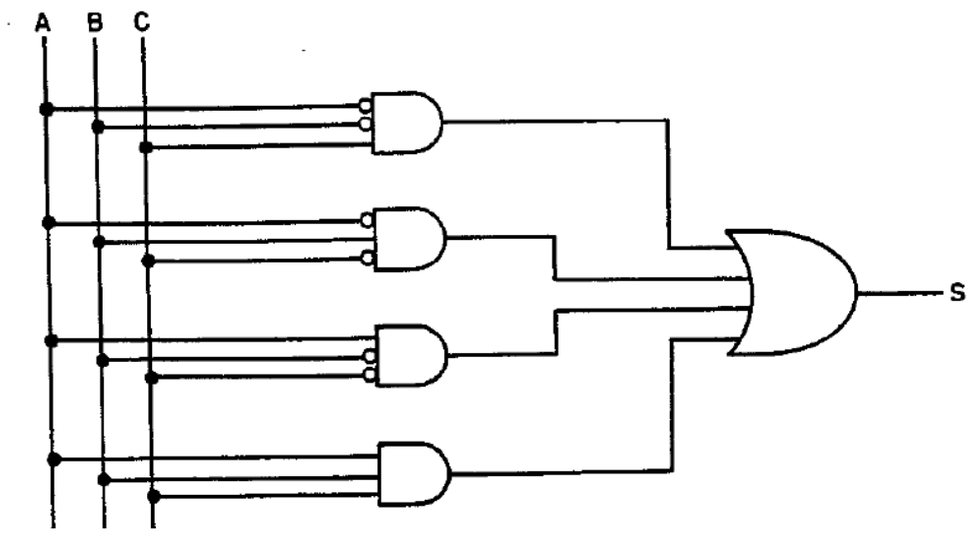
O procedimento é o seguinte:

1. *Observam-se os casos em que a saída S é igual a 1 e, nesses casos, faz-se uma AND das variáveis de entrada que devem ser barradas quando forem zero.*
2. *Somam-se os produtos obtidos em todas as posições de S igual a 1.*

O resultado então é o seguinte:

$$S = \overline{A}.\overline{B}.C + \overline{A}.B.\overline{C} + A.\overline{B}.\overline{C} + A.B.C$$

A partir dessa expressão, é possível montar o circuito, da seguinte maneira:



Método do Produto de somas (ou Maxtermos)

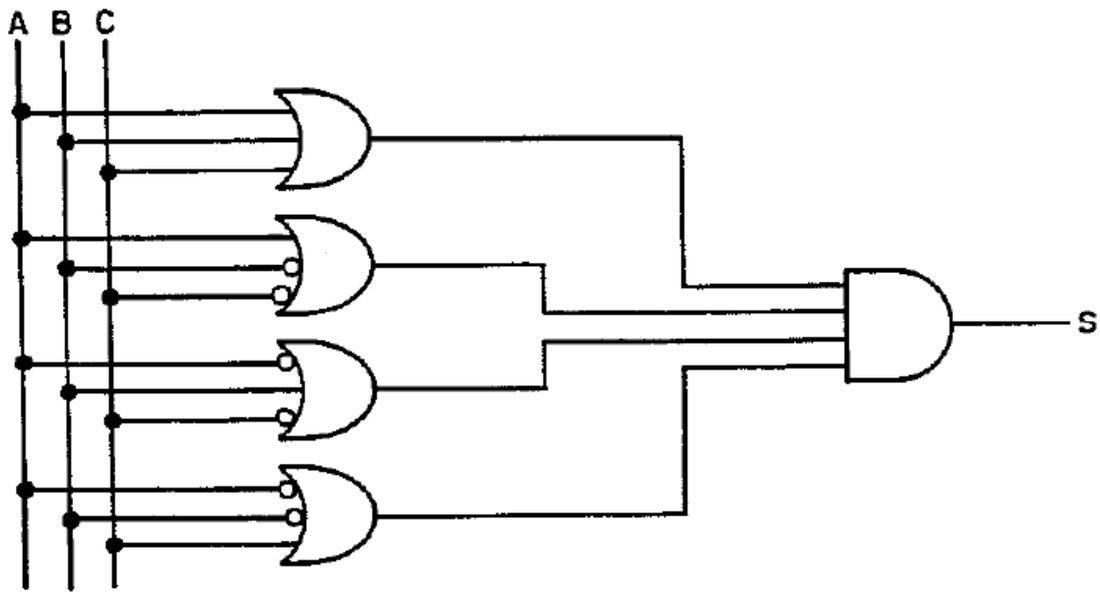
O procedimento é o seguinte:

1. Observam-se os casos em que a saída S é igual a zero e faz se a soma das variáveis de entrada em cada caso, negando as que tiverem valor 1 e mantendo as que tiverem valor zero.
2. Iguala-se S ao produto das somas encontradas no passo anterior.

Desse modo, tem-se que S é:

$$S = (A + B + C)\,(A + \bar{B} + \bar{C})\,(\bar{A} + B + \bar{C})\,(\bar{A} + \bar{B} + C)$$

O circuito lógico correspondente é:



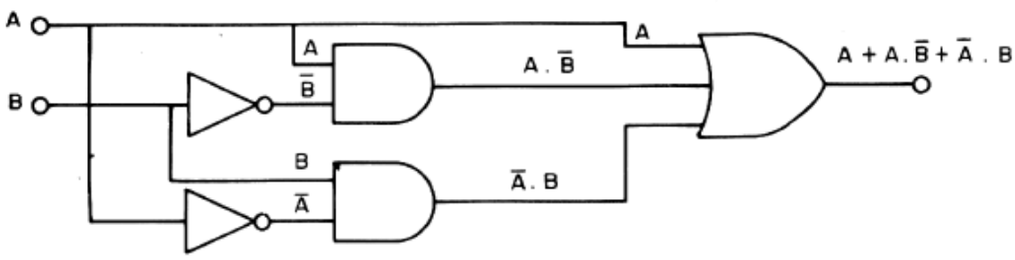
Simplificações

Aplicando-se os teoremas e postulados booleanos podemos simplificar equações lógicas e com isto minimizar a implementação de circuitos lógicos. Por exemplo:

Suponha-se que a saída de um circuito digital seja dada pela expressão:

$$S = A + A \cdot \overline{B} + \overline{A} \cdot B$$

Como é possível perceber, o circuito é composto por 1 porta OR (de 3 entradas), duas portas AND e duas portas NOT. A representação do circuito é mostrada abaixo:



Pode-se, no entanto, simplificar a expressão através dos teoremas, da seguinte forma:

$$\begin{aligned} A + A \cdot \overline{B} + \overline{A} \cdot B &= (A + A \cdot \overline{B}) + \overline{A} \cdot B \\ &= A + \overline{A} \cdot B \\ &= A + B \end{aligned}$$

O resultado da simplificação é apenas uma porta OR cujas entradas são A e B. O circuito resultante da simplificação é mostrado abaixo:



Assim, vê-se que através dos teoremas da álgebra booleana é possível chegar a expressões menos complexas e consequentemente a circuitos mais simples.

FAMÍLIAS LÓGICAS

Os circuitos integrados são divididos classificados em relação à densidade de integração, ou seja, o número de portas encapsuladas em um único CI. Assim, eles podem ser classificados como:

- SSI – do inglês **S**mall **S**cale **I**ntegration, ou integração em pequena escala (até 11 portas);
- MSI – do inglês **M**edium **S**cale **I**ntegration, ou integração em média escala (12 até 100 portas);
- LSI – do inglês **L**arge **S**cale **I**ntegration, ou integração em grande escala (101 até 1000 portas);
- VLSI – do inglês **V**ery **L**arge **S**cale **I**ntegration, ou integração em escala muito grande (mais de 1000 portas).

Na construção dos circuitos integrados, são utilizadas basicamente duas tecnologias:

- Bipolar – utiliza transistores bipolares de junção (SSI e MSI).
- MOS – utiliza transistores de efeito de campo (MOSFET's) (LSI e VLSI).

Para que dois circuitos digitais pertençam à mesma família, eles devem ser compatíveis entre si, como os mesmos níveis lógicos e tensões de alimentação.

A família mais utilizada de CI's bipolares é a TTL (do inglês, Transistor-Transistor Logic).

A maioria dos CI's da família TTL pertence às séries 54 e 74 (Portas, Flip-Flop's, decodificadores, contadores, etc.). A série 54 é utilizada em aplicações militares e a 74 em aplicações comerciais. As características da série 74 são:

Parâmetro	Mínimo	Máximo
Temperatura	0º C	70º C
Alimentação	4.75 V	5.25 V



Abaixo segue o esquemático de um circuito inversor TTL:

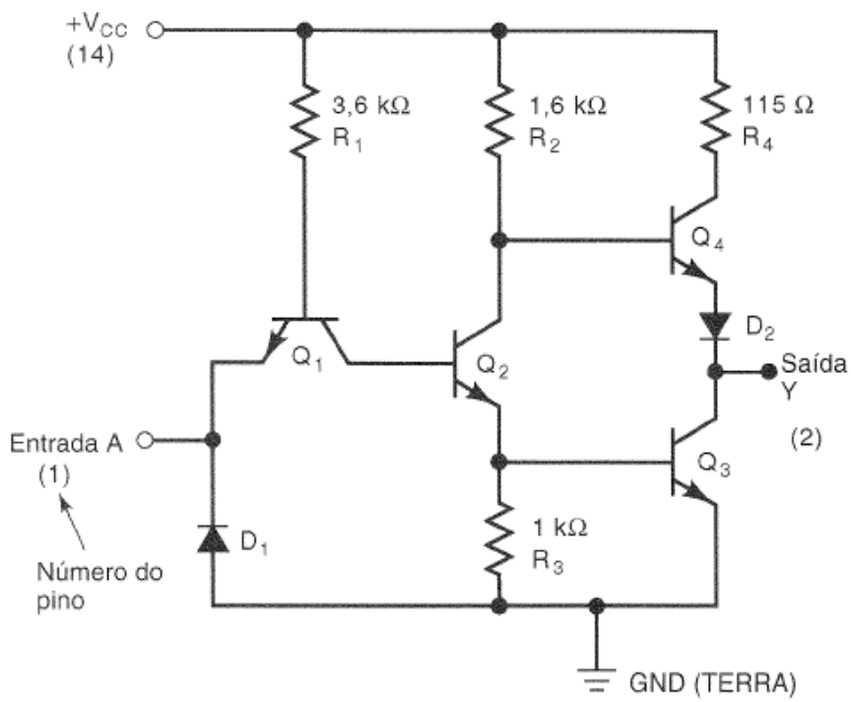


Figura 20: Circuito inversor TTL

A principal família de circuitos integrados que utilizam a tecnologia MOS é a CMOS, sigla de ***C**omplementary **M**etal-**O**xide-**S**emiconductor*. O C, de Complementary, vem do fato de que essa tecnologia utiliza dois tipos de transistores MOSFET (canal N e canal P). As principais séries da família CMOS são 54C/74C e 4000. Os CI's CMOS podem ser alimentados com tensões de 3V a 15V para a série A e de 3V a 18V para a série B. Os circuitos CMOS apresentam uma alta imunidade a ruídos e baixo consume de potência. Abaixo é mostrado um circuito inversor da família CMOS:

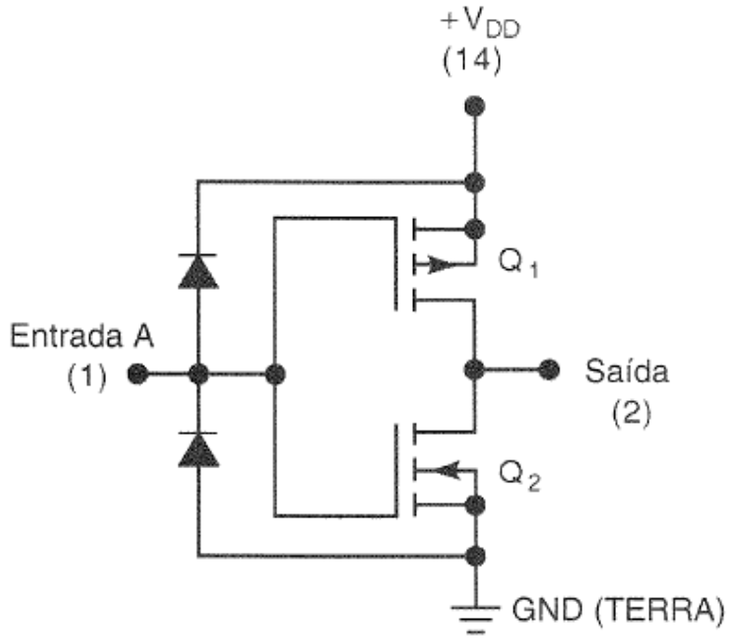


Figura 21: Circuito inversor CMOS

A relação entre os níveis lógicos e os níveis de tensão nos circuitos CMOS São mostrado a seguir:

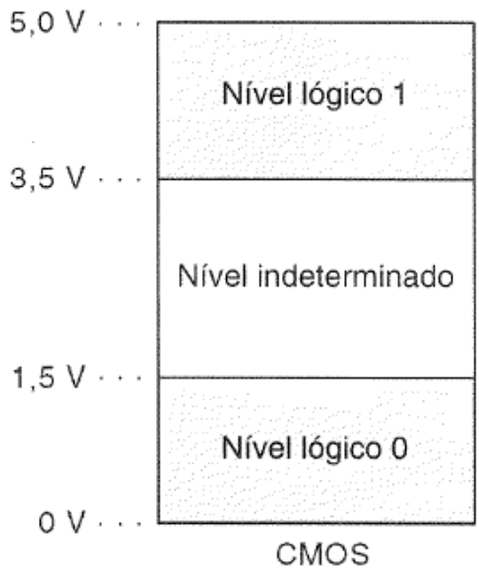


Figura 22: Níveis lógicos para circuitos CMOS

PROJETO DE CIRCUITOS COMBINACIONAIS

Circuitos **combinacionais** são circuitos construídos a partir da combinação de portas lógicas. Eles levam esse nome devido ao fato de que, em qualquer instante de tempo, o nível lógico da saída do circuito depende da **combinação** dos níveis lógicos presentes nas entradas. Os circuitos combinacionais não possuem memórias e, por isso, sua saída depende apenas dos valores atuais das entradas.

Para projetar circuitos combinacionais é necessário obter a expressão da saída a partir da tabela verdade e em seguida simplifica-la ao máximo no intuito de obter o circuito mais simples possível.

A seguir será apresentado um poderoso método para simplificação de circuitos.

Método do mapa de Karnaugh

O mapa de Karnaugh é um método gráfico usado para simplificar equações booleanas ou para converter uma tabela-verdade no seu circuito lógico correspondente, de modo simples e ordenado. Embora um mapa de Karnaugh possa se usado em problemas que envolvem qualquer número de variáveis de entrada, sua utilidade prática está limitada a seis variáveis, no entanto, nesse estudo veremos somente até quatro variáveis.

Assim como a tabela-verdade fornece o valor da saída X para cada combinação dos valores de entrada, o mapa de Karnaugh fornece a mesma informação num formato diferente. Cada linha da tabela-verdade corresponde a um quadro no mapa de Karnaugh. Desse modo, o número de quadros do mapa de Karnaugh corresponde ao número de linhas da tabela verdade.

Abaixo são mostrados exemplos de mapas de Karnaugh de duas, três e quatro variáveis:

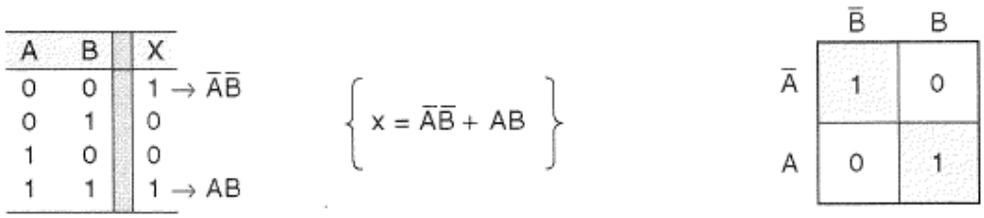


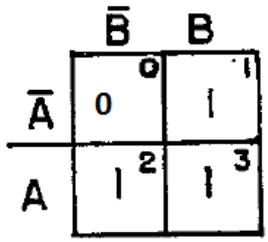
Figura 23: Mapa de Karnaugh de duas variáveis

Analisando o mapa de Karnaugh de duas variáveis, é possível notar que o mapa pode ser dividido em regiões onde A está barrado (ou seja, A=0, primeira linha) e onde A não está barrado (ou seja, A=1, segunda linha). Também se tem a região em que B está barrado (primeira coluna) e em que B não está barrado (segunda coluna).

Vamos construir primeiramente uma tabela verdade e numerar suas linhas:

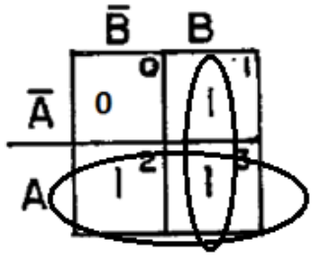
Linha	A	B	S
0	0	0	0 - $\overline{A}.\overline{B}$
1	0	1	1 - $\overline{A}.B$
2	1	0	1 - $A.\overline{B}$
3	1	1	1 - $A.B$

Em seguida, monta-se o mapa de Karnaugh da seguinte forma. O mapa deverá ter 4 posições (= número de linhas da tabela verdade).



Os 1's do mapa estão respectivamente nas posições $\overline{A}.B$, $A.\overline{B}$ e $A.B$ (linhas 1, 2 e 3 da tabela verdade) e o zero na posição $\overline{A}.\overline{B}$ (linha 0 da tabela verdade). O próximo passo é agrupar em os 1's do mapa. O número de 1's em cada grupo deve ser sempre uma potência de dois, ou seja, 1, 2, 4, 8, etc. Um mesmo elemento pode pertencer a mais de um grupo. E não pode haver nenhum 1 que não esteja em algum grupo.

Desse modo, os grupos do caso acima são o seguinte:



Assim, têm-se dois grupos com dois 1's cada um. A partir daí, basta constrói-se a expressão da saída S, fazendo-se uma soma dos produtos entre os termos que não variam em cada um dos grupos. Assim, a saída será:

$$S = A + B$$

É importante notar que a ordem de representação no mapa de Karnaugh é a do código Gray. Isso é feito para que a cada transição de uma célula para a outra no mapa, haja a variação de somente um bit.

Para 3 variáveis, o processo é análogo, como mostra a figura abaixo:

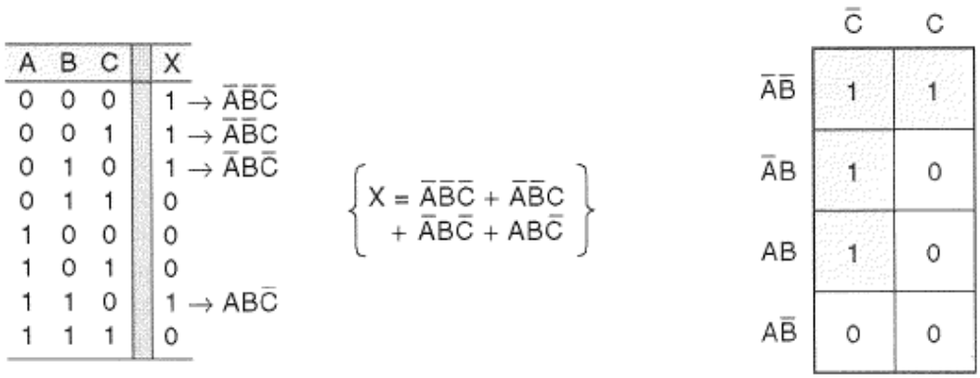
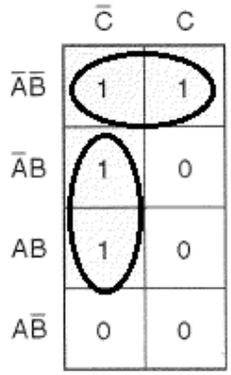


Figura 24: Mapa da Karnaugh de três variáveis

O próximo passo é formar os grupos de 1's:



Agora se encontra a saída a partir do que não variou em cada grupo. Assim, a saída será:

$$S = B.\overline{C} + \overline{A}.\overline{B}$$

A figura abaixo mostra o mapa de Karnaugh para 4 variáveis. O método é análogo.

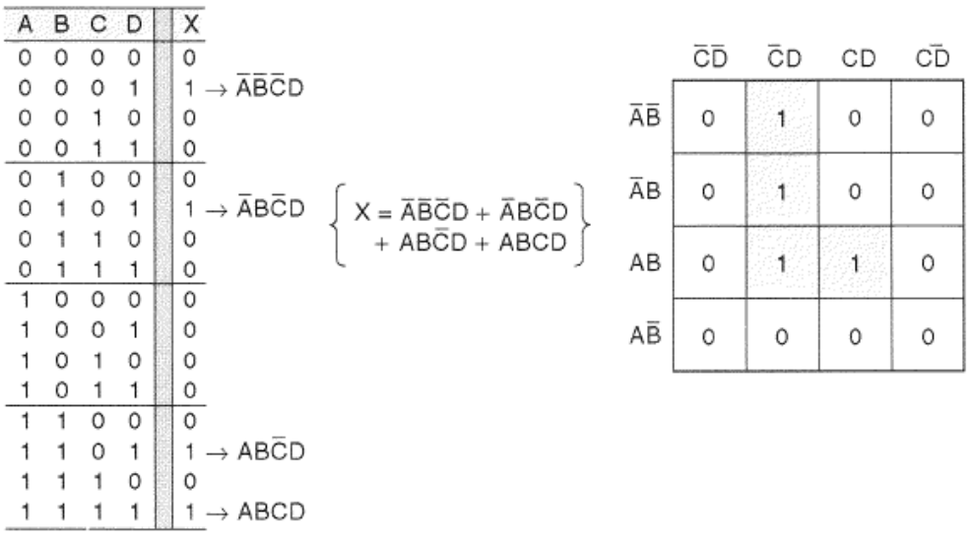
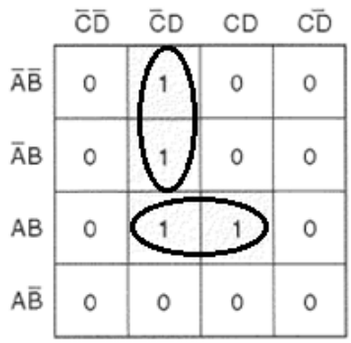


Figura 25: Mapa de Karnaugh de quatro variáveis

Identificando os grupos, tem-se:



Assim, a saída será:

$$S = \overline{C}.D + A.B$$

Codificadores e decodificadores

Vamos, agora, tratar de circuitos que efetuam a passagem de um determinado código para outro. Primeiramente, vamos fazer uma análise do significado das palavras codificador e decodificador.

Chamamos de codificador o circuito combinacional que torna possível a passagem de um código conhecido para um desconhecido. Como exemplo, podemos citar o circuito inicial de uma calculadora que transforma uma entrada decimal, através do sistema de chaves de um teclado, em saída binária para que o circuito interno processe e faça a operação.

Chamamos de decodificador o circuito que faz o inverso do codificador, ou seja, passa um código desconhecido para um conhecido. No exemplo citado é o circuito que recebe o resultado da operação em binário e o transforma em saída decimal, na forma compatível para um mostrador digital apresentar os algarismos.

A figura a seguir ilustra o exemplo:

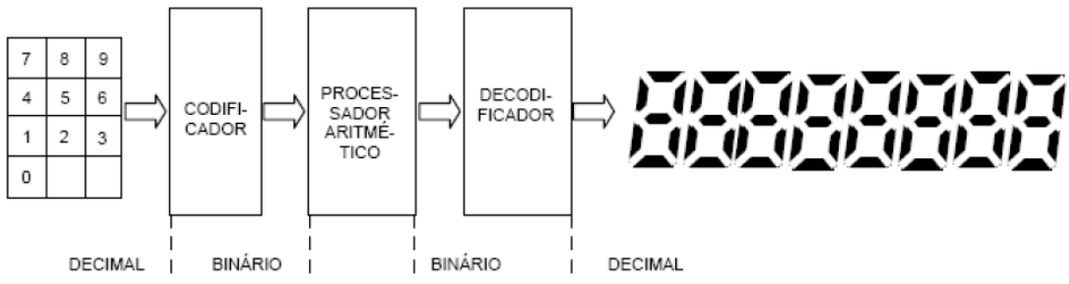


Figura 26: Exemplo do uso de decodificadores

Os termos codificador e decodificador, porém, diferenciam-se em função do referencial. Se para o usuário da calculadora o sistema de entrada é um codificador, para o processador será um decodificador, pois passa de um código desconhecido

para ele (decimal), para um conhecido (binário). Na prática, é comum se utilizar a denominação de decodificador para o sistema que passa de um código para outro, quaisquer que sejam.

CIRCUITOS SEQUENCIAIS

Os circuitos digitais vistos até agora são puramente combinacionais, ou seja, sua saída depende exclusivamente dos estados atuais das entradas em cada instante de tempo. Quaisquer condições de entrada anteriores não tem qualquer efeito na saída atual. Dizemos então que os circuitos combinacionais não tem memória. No entanto, existem elementos cuja saída depende dos estados anteriores das entradas. Esses dispositivos possuem memória.

O elemento mais importante de memória é o **flip-flop** que é construído a partir de uma combinação de portas lógicas. Abaixo é mostrado o símbolo para um flip-flop genérico:

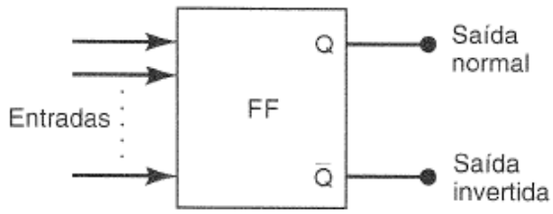


Figura 27: Flip-flop genérico

Note que o Flip-Flop (doravante chamado de FF) possui sempre duas saídas, uma normal (Q) e uma invertida ($\overline{Q}$), quando uma é 0 a outra é 1 e assim reciprocamente. Quando a saída Q está em 1, dizemos que o FF está em estado alto (ou estado de SET). Quando Q está em 0, dizemos que o FF está em estado baixo (ou estado de RESET ou CLEAR).

Os FF's são também conhecidos por outros nomes, como latch e multivibrador biestável. A seguir, serão apresentados alguns dos FF's mais importantes.

Latch com portas NAND

Trata-se do FF mais básico e possui uma operação bastante simples e didática. O circuito com do latch com portas NAND é mostrado abaixo:

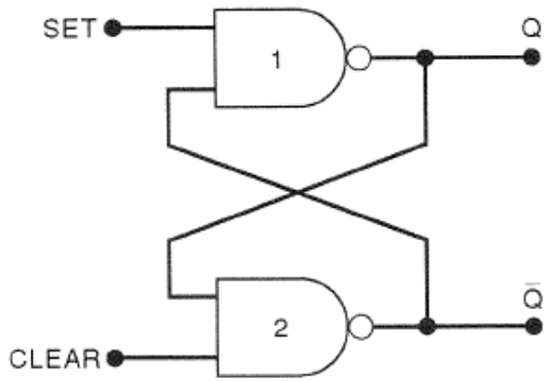


Figura 28: Latch com portas NAND

Como mostra a Figura 28, o latch é constituído por duas portas NAND e possui duas entradas (SET e CLEAR) e duas saídas ($Q\ e\ \overline{Q}$). Ambas as entradas estão normalmente em nível lógico alto e uma delas é pulsada para baixo sempre que se deseja alterar as saídas do latch. Analisando o circuito acima, é possível perceber que quando as entradas estiverem ambas em nível lógico 1, não se pode dizer qual o estado da saída, podendo haver assim duas situações:

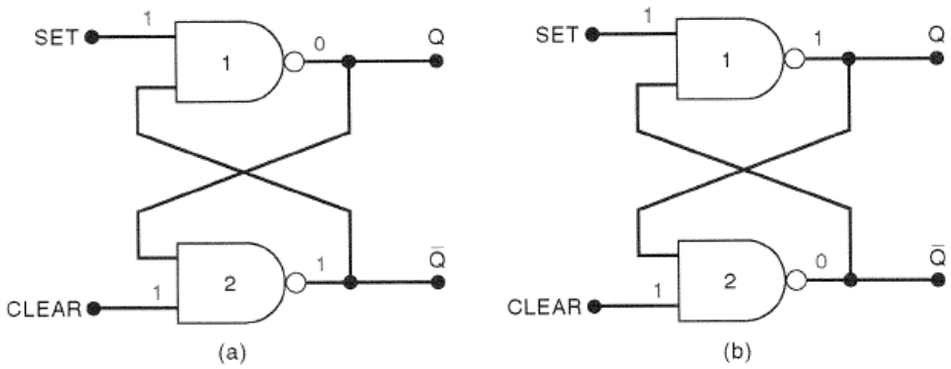


Figura 29: Estados possíveis quando SET=CLEAR=1

Esse estado, no qual SET=1 e CLEAR=1 é chamado de estado de repouso ou de memória do FF. Quando essa situação acontece, o latch matem a saída que tinha no momento anterior.

O estado de SET se dá quando a entrada SET é pulsada para baixo (com CLEAR mantido em alto), como mostra a figura abaixo:

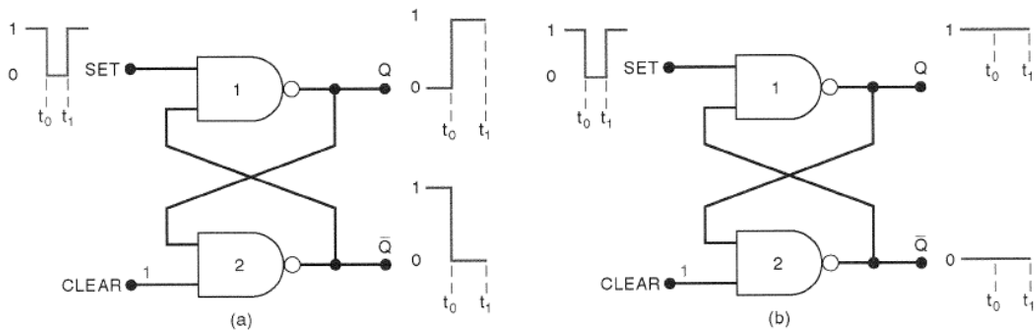


Figura 30: Estado de SET do latch com portas NAND

Note que assim que SET vai para zero, Q vai para 1 e mesmo depois que SET volta para 1, Q não se altera. Por isso diz-se que tais circuitos têm memória. O exemplo foi dado para o caso em que Q estava inicialmente em 0. Caso Q estivesse em nível lógico 1, não se alteraria. Ou seja, um pulso negativo em SET leva sempre a saída Q para 1.

O estado de RESSET ou CLEAR ocorre de maneira análoga, porém o pulso negativo é acontece na entrada CLEAR e o resultado é que Q vai sempre para 0, como mostra a figura:

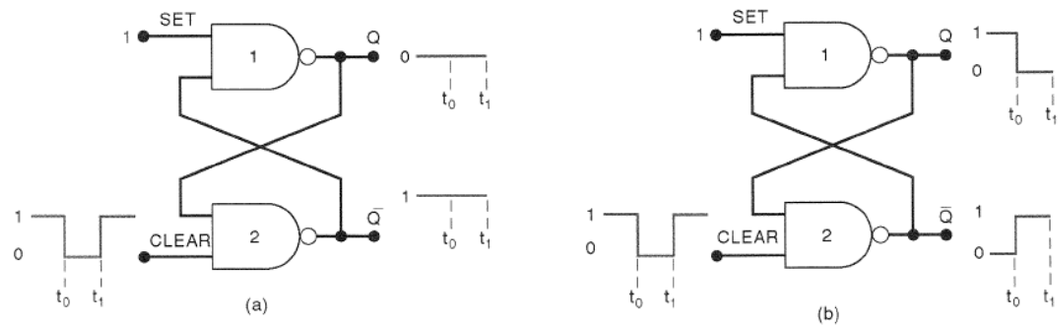


Figura 31: CLEAR para o latch com portas NAND

Nota importante: SET e CLEAR não devem ser simultaneamente colocados em nível lógico baixo. Pois isso geraria imprevisibilidade da saída. Esse estado é também chamado de estado proibido do latch.

Podemos resumir a operação do latch com portas NAND da seguinte forma:

SET	CLEAR	Q	$\overline{Q}$
1	1	$Q_{anterior}$	$\overline{Q}_{anterior}$
0	1	1	0
1	0	0	1
0	0	Estado proibido	Estado proibido

Tabela 12: Latch com portas NAND

O símbolo do latch com portas NAND é mostrado abaixo:

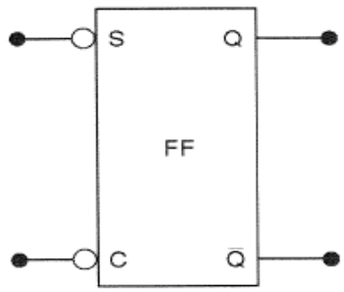


Figura 32: Símbolo do latch SC com portas NAND

Latch com portas NOR

O latch com portas NOR (Figura 33) possui uma operação bastante similar à do latch com portas NAND. No entanto, possui também algumas peculiaridades que serão vistas.

No latch com portas NOR, o estado de repouso ou memória acontece quando SET=CLEAR=0 e os pulsos para SET e CLEAR são pulsos positivos. Observe também na figura abaixo que a entrada Q agora fica na parte inferior na saída da NOR 2.

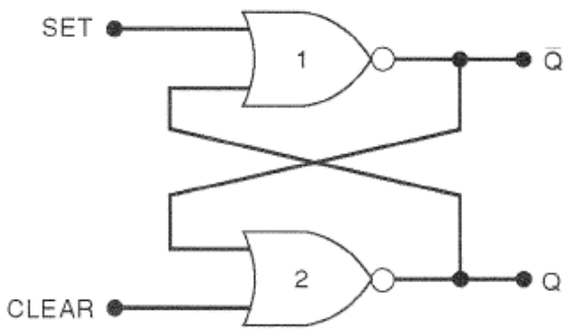


Figura 33: Latch com portas NOR

Para o latch com portas NOR, a tabela é a seguinte:

SET	CLEAR	Q	$\overline{Q}$
0	0	$Q_{anterior}$	$\overline{Q}_{anterior}$
1	0	1	0
0	1	0	1
1	1	Estado proibido	Estado proibido

Tabela 13: Latch com portas NOR

O símbolo de um FF com portas NOR é mostrado abaixo:

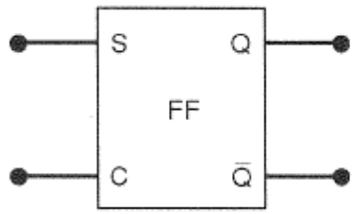


Figura 34: Símbolo do latch SC com portas NOR

Flip-Flop SC

É importante lembrar que ao ligarmos a alimentação um FF, é impossível prever o estado inicial de sua saída. Portanto, caso haja necessidade de que o FF inicie em um determinado estado, deve ser construído um circuito externo para dar um pulso no SET ou no CLEAR assim que o FF for ligado.

Os latchs vistos até agora são ditos assíncronos, pois suas saídas podem mudar de estado a qualquer momento a depender apenas da entrada. Grande parte dos sistemas, no entanto, trabalham de maneira síncrona, ou seja, existe um sinal, chamado comumente de ***clock***, que define os momentos em que as saídas podem mudar de estado. O sinal de clock é geralmente uma onda quadrada como a mostrada abaixo:

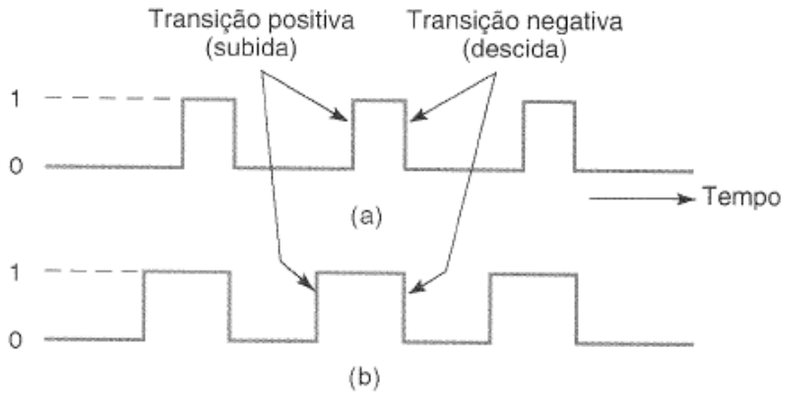
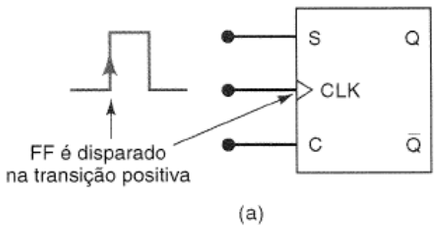


Figura 35: Sinais de clock típicos

Com os sinais de clock, as saídas dos FF's só podem mudar de estado quando houver uma transição no sinal de clock. Alguns circuitos operam apenas nas transições positivas, outros nas transições negativas. Existem também circuitos capazes de operar em ambas as transições do clock.

Abaixo é mostrado o símbolo do FF SC (também chamado de RS) e a tabela que mostra o seu comportamento em relação às entradas e ao pulso de clock.



(a)

Entradas			Saída
S	C	CLK	Q
0	0	↑	Q_0 (não muda)
1	0	↑	1
0	1	↑	0
1	1	↑	Ambígua

Q_0 é o nível lógico da saída antes da transição positiva do CLK. Transições negativas não produzem mudanças em Q.

(b)

A saída ambígua é o estado proibido do FF e não deve ser usado. Próxima figura mostra o comportamento do circuito em função do clock e das entradas em termos das formas de onda de entrada e do clock.

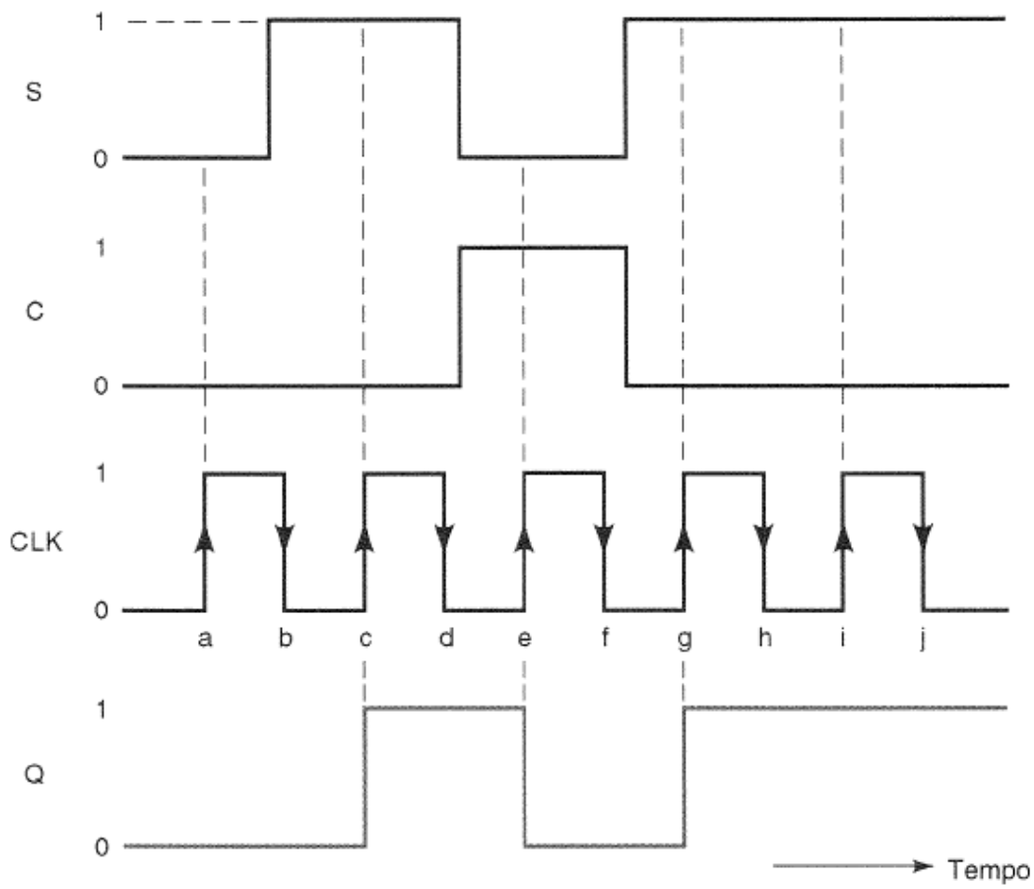


Figura 36: Formas de onda para o FF SC com clock

É possível notar que a saída só muda quando há uma transição (positiva) no sinal de clock (CLK).

Flip-Flop J-K

O símbolo de um FF J-K é mostrado abaixo:

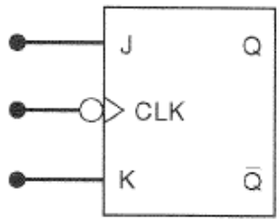


Figura 37: Símbolo do FF J-K

A operação do flip-flop J-K é semelhante à do flip-flop R-S. A diferença é que o flip-flop J-K não possui a condição proibida, ou seja, J = K = 1. Nessa situação, a saída será complementada (valor anterior será invertido), como mostra a tabela abaixo:

J	K	CLK	Q
0	0	↓	Q_0 (não muda)
1	0	↓	1
0	1	↓	0
1	1	↓	$\overline{Q_0}$ (comuta)

Figura 38: Comportamento do FF J-K

O circuito interno do J-K, que o impede de ter o estado proibido, é mostrado abaixo:

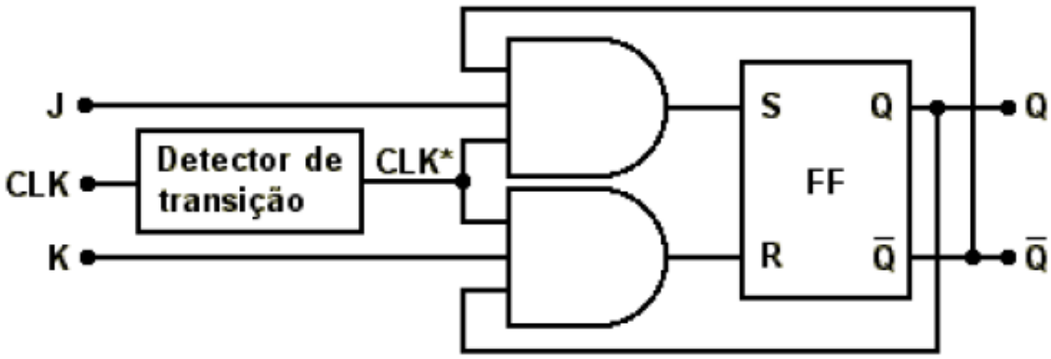


Figura 39: Circuito interno do FF J-K

Flip-Flop tipo D

O FF tipo D nada mais é do que um FF J-K ligado da seguinte maneira:

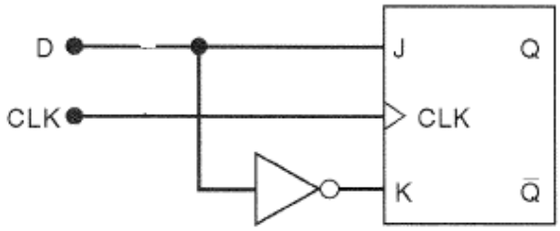


Figura 40: FF tipo D a partir de um J-K

O Resultado dessa configuração é que o bit que for colocado na entrada D passará a cada transição positiva do clock para a saída Q. O símbolo do FF tipo é mostrado a seguir:

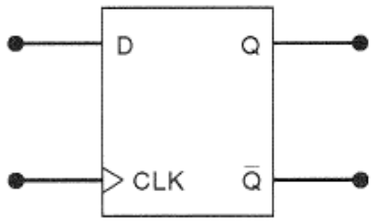


Figura 41: Símbolo do FF tipo D

As formas de onda abaixo mostram o comportamento do FF tipo D em função do tempo:

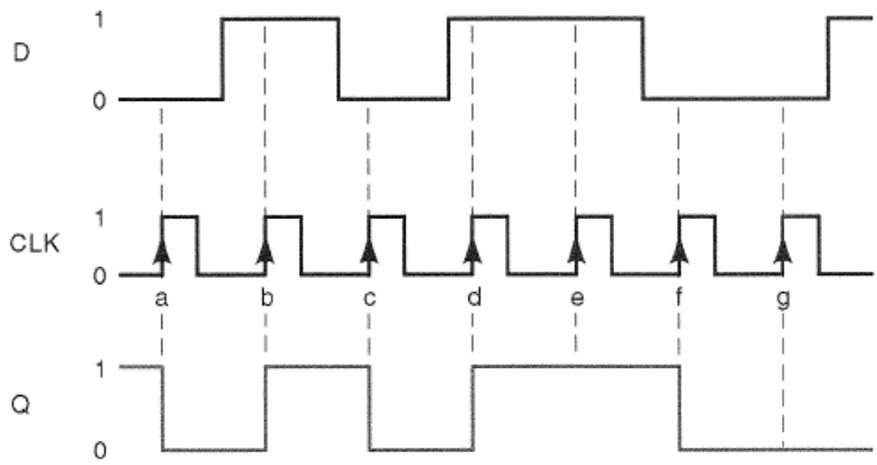


Figura 42: Formas de onda para o FF tipo D

Flip-Flop tipo T

Outro tipo de FF que pode ser implementado a partir do J-K é o FF tipo T (troca). Esse FF nada mais é do que um FF J-K que esteja sempre no estado de comutação, ou seja, ele trocará o estado da saída sempre que houver uma transição no clock. A figura abaixo mostra um flip-flop J-K operando como tipo T:

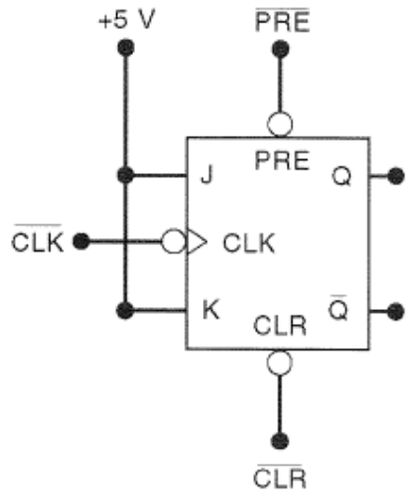


Figura 43: FF tipo J-K operando como T (comutação)

Entradas Assíncronas

Todas as entradas dos flip-flops até agora vistos dependem do sinal de clock. Estas entradas são chamadas entradas síncronas. Em muitos flip-flops existem outras entradas que são chamadas entradas assíncronas, ou seja, não dependem do sinal de clock para atuarem. Essas entradas são usadas para colocar o flip-flop no estado “0” ou “1”, a qualquer instante. A tabela abaixo mostra as entradas assíncronas e sua ação nos FF:

$\overline{\text{PRESET}}$	$\overline{\text{CLEAR}}$	Resposta do Flip-Flop
1	1	Operação normal
0	1	Q = 1
1	0	Q = 0
0	0	Não usada

Tabela 14: Entradas assíncronas

Para a operação normal do flip-flop, as entradas PRESET e CLEAR devem estar em “1”. A qualquer momento podemos forçar a saída Q a ser “0” ou “1”. A última combinação não pode ser usada, já que é contraditória. Abaixo é mostrado o símbolo de um FF J-K com as entradas assíncronas:

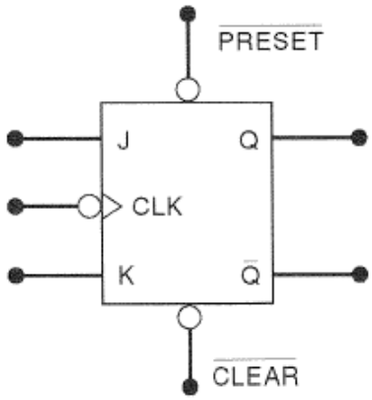


Figura 44: FF J-K com entradas assíncronas

Abaixo segue a lista de alguns CI’s de Flip-Flop’s:

- 7474 – Duplo flip-flop D disparado por borda (TTL);
- 74LS112 – Duplo flip-flop J-K disparado pela borda (TTL);
- 74C74 – Duplo flip-flop D disparado pela borda (CMOS);
- 74HC112 – Duplo flip-flop J-K disparado pela borda (CMOS).

Contadores

Os FF's têm inúmeras funções em sistemas digitais. Podemos associá-los, utilizá-los como contadores registradores e muitos outros circuitos. Os contadores podem ser assíncronos ou síncronos. Basicamente, a principal diferença entre eles é que o síncrono utiliza um sinal de clock comum a todos os FF's e o assíncrono possui um sinal de clock que é dividido até o último flip-flop. Os registradores também são arranjos de FF's, mas com o objetivo de armazenar, manipular e transferir dados entre outros registradores ou circuitos.

Contadores Assíncronos

Os contadores assíncronos, também conhecidos como contadores por pulsação são bastante utilizados, e se baseiam em uma associação de FF's onde o sinal de clock só é fornecido ao primeiro FF. Os demais recebem a saída do FF anterior. É importante notar que cada saída de cada FF equivale a 1 bit do contador. Assim, em um contador construído com 4 FF's, podemos contar de 0 a 15. O módulo do contador é dado pela relação:

$$2^N - 1, onde\ N \text{ é } o\ número\ de\ bits$$

Abaixo é mostrado um típico contador assíncrono:

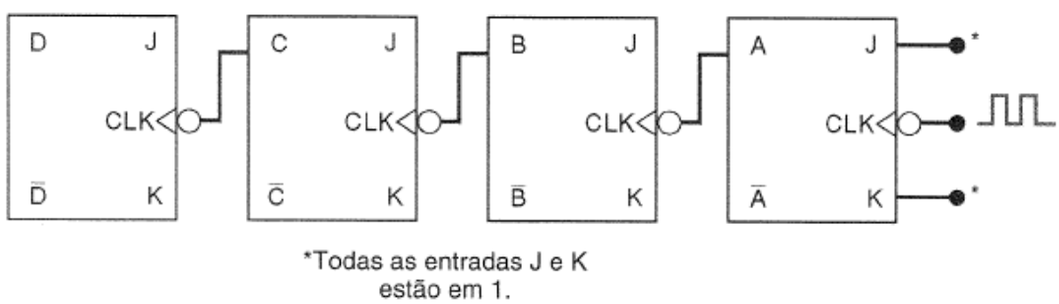
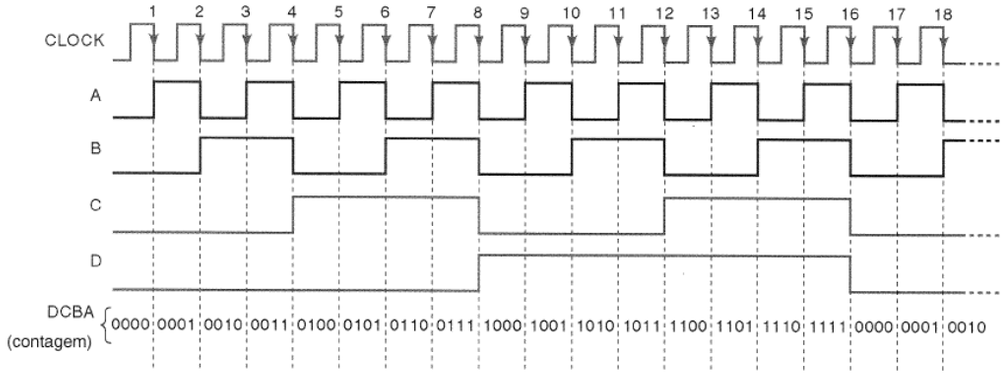


Figura 45: Contador assíncrono (0 a 15)

No contador assíncrono mostrado acima, o bit mais significativo (MSB) é D e o bit menos significativo (LSB) é o A. Assim, o número binário é DCBA que pode ir de 0000 (zero) a 1111 (quinze). Como todas as entradas J e K de todos os FF's estão em 1, todos os FF estão operando como tipo T, ou seja, a cada pulso negativo em sua entrada CLK, eles mudam de estado. As formar de onda abaixo ajudarão a ilustrar o processo de contagem desse contador:



Esses dados também podem ser representados em uma tabela da seguinte forma:

Estado	D	C	B	A	Decimal
0	0	0	0	0	0
1	0	0	0	1	1
2	0	0	1	0	2
3	0	0	1	1	3
4	0	1	0	0	4
5	0	1	0	1	5
6	0	1	1	0	6
7	0	1	1	1	7
8	1	0	0	0	8
9	1	0	0	1	9
10	1	0	1	0	10
11	1	0	1	1	11
12	1	1	0	0	12
13	1	1	0	1	13
14	1	1	1	0	14
15	1	1	1	1	15
Reinicia a contagem → 16	0	0	0	0	0
17	0	0	0	1	1
18	0	0	1	0	2

Contadores Síncronos

Os contadores síncronos possuem entradas clock curto-circuitadas, ou seja, o clock entra em todos os flip-flops simultaneamente, fazendo todos atuarem de forma sincronizada. Abaixo é mostrado o funcionamento de um contador síncrono que conta de 0 a 15.

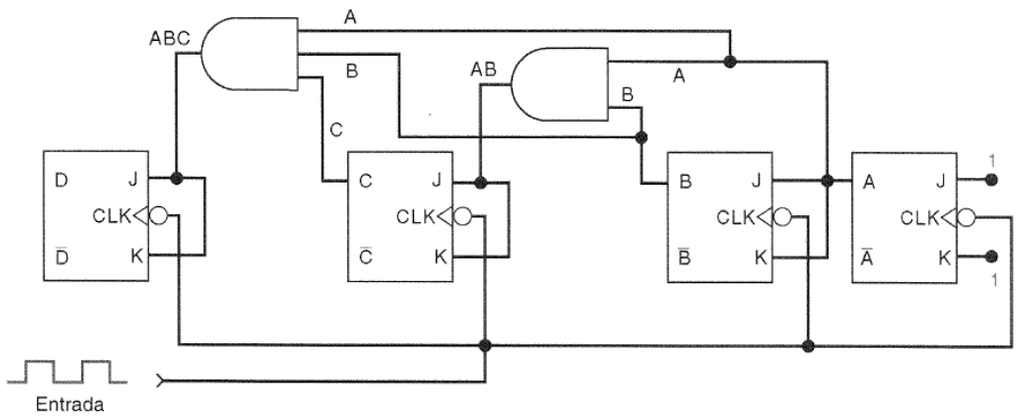


Figura 46: Contador síncrono

As portas AND no circuito servem para ativar a comutação nos FF somente quando todos os FF anteriores estiverem setados. A tabela de contagem é mostrada abaixo:

Contagem	D	C	B	A
0	0	0	0	0
1	0	0	0	1
2	0	0	1	0
3	0	0	1	1
4	0	1	0	0
5	0	1	0	1
6	0	1	1	0
7	0	1	1	1
8	1	0	0	0
9	1	0	0	1
10	1	0	1	0
11	1	0	1	1
12	1	1	0	0
13	1	1	0	1
14	1	1	1	0
15	1	1	1	1
0	0	0	0	0
.	.	.	.	.
.	.	.	.	.
.	.	etc.	.	.

MEMÓRIAS

A principal vantagem dos sistemas digitais sobre os analógicos é a capacidade de armazenar grandes quantidades de informações. Esta capacidade é que torna os sistemas digitais tão versáteis e adaptáveis às diversas situações. Um dispositivo de memória conhecido é o flip-flop. Grupos de flip-flops, chamados registradores, são elementos de memória de alto desempenho que são muito usados nas operações internas de um computador. Outro dispositivo de memória pode ser um capacitor onde os dados são armazenados como cargas. Estes dois dispositivos são os principais elementos que formadores das memórias dos sistemas digitais atuais.

A seguir são definidos alguns termos básicos utilizados no estudo das memórias:

- **Célula de memória** – dispositivo ou circuito capaz de armazenar um bit. Por exemplo, um flip-flop, um capacitor, etc.
- **Palavra de memória** – grupo de bits (células) em uma memória que representa instruções ou dados.
- **Byte** – conjunto de 8 bits.
- **Capacidade** – número de bits que podem ser armazenados em um dispositivo de memória.
- **Densidade** – termo relativo à capacidade. Se um dispositivo é mais denso que outro ele tem capacidade de armazenar mais bits no mesmo espaço.
- **Endereço** – número que localiza a posição de uma palavra na memória.
- **Leitura ou busca** – operação na qual uma palavra binária localizada numa determinada posição (endereço) de memória é detectada e transferida para outro dispositivo.
- **Escrita ou armazenamento** – operação na qual uma nova palavra é colocada numa determinada posição de memória.
- **Tempo de acesso** – tempo necessário entre a memória receber uma nova entrada de endereço e os dados se tornarem disponíveis na saída da memória. Este parâmetro é usado para medição de desempenho da memória.
- **Ciclo de memória** – intervalo mínimo entre dois acessos sucessivos à memória.
- **Memória volátil** – tipo de memória que necessita de aplicação de energia para poder armazenar a informação.
- **Memória de acesso aleatório (RAM)** – memória onde o tempo de acesso é o mesmo para qualquer posição.
- **Memória de acesso sequencial (SAM)** – memória onde, para se localizar uma determinada posição, é preciso passar por todos os endereços. Por exemplo, fitas magnéticas.
- **Memória de leitura e escrita (RWM)** – memória que pode ser tanto lida como escrita.
- **Memória somente de leitura (ROM)** – Memória onde as informações armazenadas só podem ser lidas.

- **Memória estática** - tipo de memória onde os dados permanecem armazenados enquanto existir energia, sem a necessidade de atualização periódica da informação.
- **Memória dinâmica** – tipo de memória onde os dados permanecem armazenados enquanto existir energia, mas com periódica atualização da informação (Refresh).

A figura a seguir ilustra uma memória genérica:

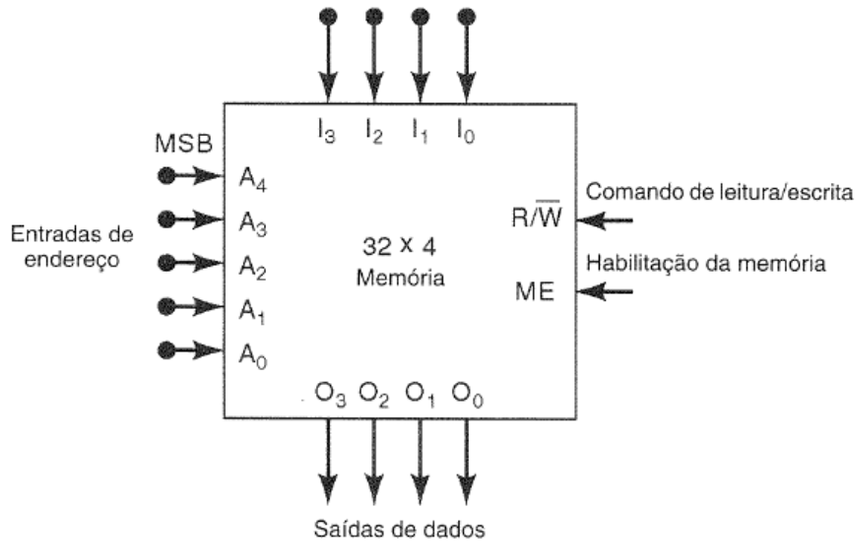


Figura 47: Modelo de uma memória genérica

Independente dos tipos de memórias existentes, o princípio básico de operação é o mesmo:

- Selecionar o endereço a ser acessado (leitura ou escrita);
- Selecionar o tipo de operação: leitura ou escrita;
- Se a operação for escrita, fornecer os dados de entrada;
- Se a operação for leitura, os dados estarão disponíveis na saída;
- Habilitar a memória para que a operação seja concluída e desabilitar a memória para que ela não responda às entradas de endereço e ao comando de leitura/escrita.

CURSO TÉCNICO EM

TELECOMUNICAÇÕES

ETAPA 1

SISTEMA DE COMUNICAÇÃO DE DADOS

Sumário

Capítulo 1 370
1. Introdução da Comunicação de Dados 370

Capítulo 2 374
2. Processamento de Dados e Teleprocessamento. 374
2.1 Terminologias de Teleprocessamento 376

Capítulo 3 377
3. Modos de Operação 377

Capítulo 4 378
4. Tipos de Transmissão 378

Capítulo 5 379
5. Ritmos de Transmissão 379

Capítulo 6 381
6.1 Decibel (dB) 381
6.2 dBm 381

Capítulo 7 382
7. Redes de comutadores 382
7.1 Classificação das Redes 382
7.2 Topologia de redes 385

Capítulo 8 389
8.1 Padrões Ethernet 389
Cabo de Pares 389
Conector RJ-45 391

Capítulo 9 392
9.1 Componentes de uma LAN 392
· Servidores 392
· Estações 392
· Sistema operacional de rede 393
· Dispositivos de rede 393

Capítulo 10 396
10. Cabeamento Estruturado 396
10.1 Entrada do Edifício 398
10.2 Sala de Equipamentos 398
10.3 Cabeamento Vertical 399
10.4 Armário de Telecomunicações 400
10.5 Cabeamento Horizontal 401
10.6 Área de Trabalho 402

Disciplina: Sistemas de Comunicação de Dados

Carga Horária: 40 h/a.

Objetivos Gerais: Dar base ao aluno a assimilar o conceito de comunicação de dados para a 2°e 3°Etapa.

Avaliações:

1º Momento – 40 Pontos

10 Pontos: Trabalho de pesquisa 1;

10 Pontos: Trabalho de pesquisa 2;

20 Pontos: Avaliação Bimestral;

2º Momento – 60 Pontos

10 Pontos: Trabalho de pesquisa 1;

10 Pontos: Trabalho de pesquisa 2;

10 Mostra: Tecnológica;

30 Pontos: Avaliação Bimestral;

Bibliografia:

Teleprocessamento I − Maria Cristina Felippetto De Castro

Comunicação de Dados e Sistemas de Teleprocessamento – Jorge Luis da Silveira

Redes de Computadores – Andrew S. Tanenbaum

Grupo Policom – Cabeamento Estruturado

Capítulo 1

1. Introdução da Comunicação de Dados

- **Dado**

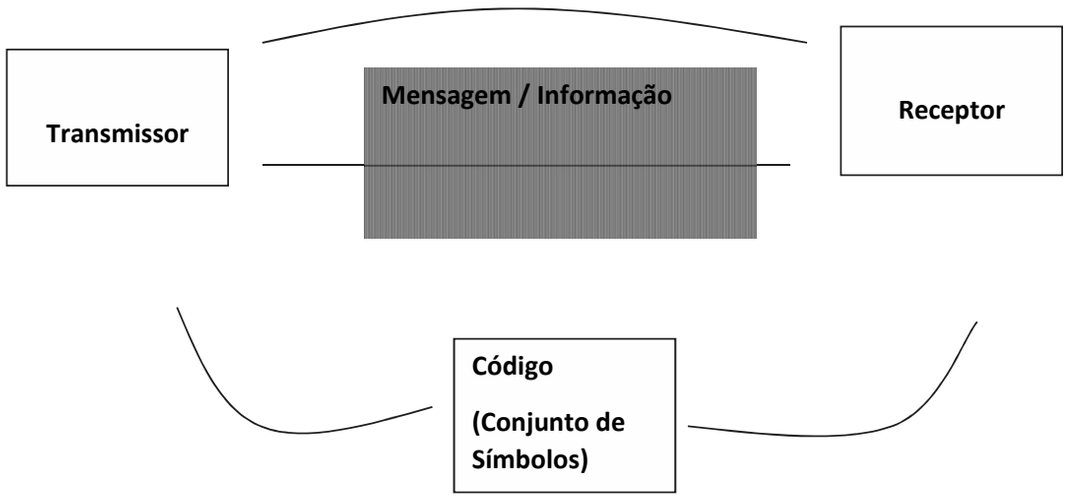
Definição: É uma sequencia de símbolos quantificados, exemplo: foto, texto, sons gravados.

- **Comunicação de Dados**

Definição: Constitui o processo de transferência de informações em estado binário (0 ou 1) entre dois ou mais pontos.

- **Componentes Básicos de um Sistema de comunicação de Dados**

Meio Físico Disponível



Um sistema básico de comunicação de dados é composto pelos seguintes elementos:

- **Mensagem:** é a informação a ser transmitida.

- **Transmissor:** é o dispositivo que envia a mensagem de dados. Pode ser um computador, uma estação de trabalho, um telefone, uma câmera de vídeo e assim por diante.

- **Meio:** é o caminho físico por onde viaja uma mensagem originada e dirigida ao receptor.

- **Receptor:** é o dispositivo que recebe a mensagem. Pode ser um computador, uma estação de trabalho, um telefone, uma câmera de vídeo e assim por diante.

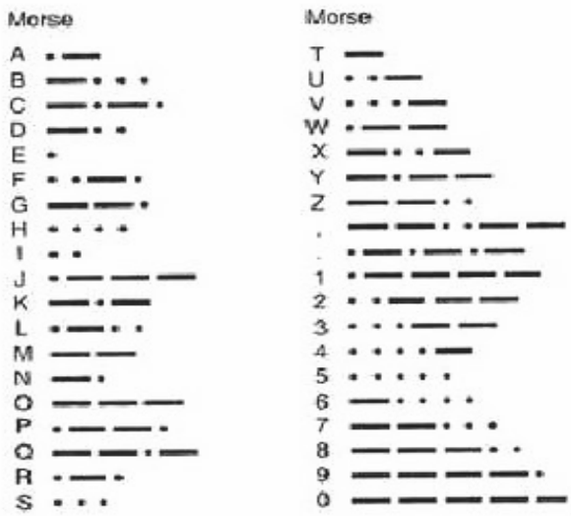
- **Código Morse**

È um sistema de representação de letras, números e sinais de pontuação através de um sinal codificado enviado intermitentemente. Foi desenvolvido por Samuel Morse em 1835, criador do telégrafo elétrico (importante meio de comunicação à distância), dispositivo que utiliza correntes elétricas para controlar eletroímãs que funcionam para emissão ou recepção de sinais.

Uma mensagem codificada em Morse pode ser transmitida de várias maneiras em pulsos (ou tons) curtos e longos:

- Pulsos elétricos transmitidos em um cabo;
- Ondas mecânicas (perturbações sonoras);
- Sinais visuais (luzes acendendo e apagando);
- Ondas eletromagnéticas (sinais de rádio);
-

Este sistema representa letras, números e sinais de pontuação apenas com uma sequencia de pontos, traços, e espaços.



Código de Morse

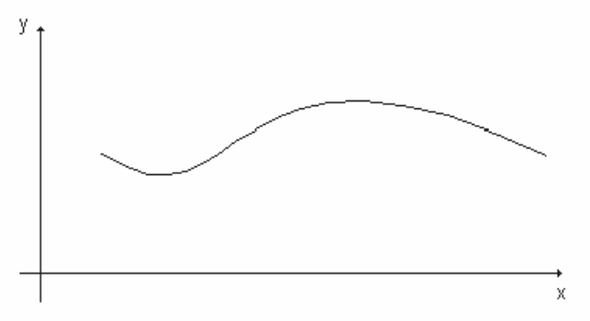
- **Tipos de Sinais**

Em telecomunicações, as informações são consideradas, sinais elétricos, podendo ser classificadas como sinais analógicos ou digitais, de acordo com a variação de sua amplitude.

- **Sinais Analógicos**

Sinais analógicos são ondas cuja amplitude pode variar continuamente ao longo do tempo, assumindo qualquer valor dentro de um intervalo que caracteriza sua amplitude máxima e mínima.

Figura do sinal analógico:

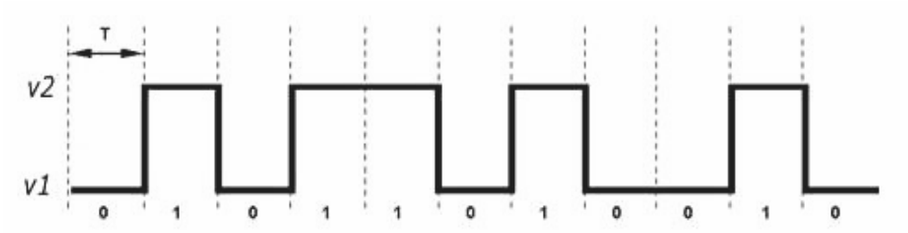


- **Sinais Digitais**

Sinal digital é aquele no qual as informações são representadas por estados discretos.

Os sinais digitais se caracterizam pela presença de uma sucessão de intervalos de tamanho fixo iguais, durante cada intervalo, o sinal transmitido não apresenta variação de amplitude, caracterizando um dos possíveis símbolos digitais transmitidos 0 ou 1.

Figura do sinal digital:



- **Bit:**

Menor dado de uma informação que podemos representar.

- **Byte**:

Conjunto de 8 bits.

.

Capítulo 2

2. Processamento de Dados e Teleprocessamento.

Na época anterior aos PCs, as empresas possuíam somente um computador central, os mainfraimes, com usuários acessando-os através de terminais utilizando um cabo simples de baixa velocidade. Redes tais como a Systems Network Architecture (SNA) da IBM estavam focadas em ligar terminais aos mainfraimes através de conexões dedicadas. Alguns desses terminais poderiam estar em locais remotos o que daria origem a uma WAN.

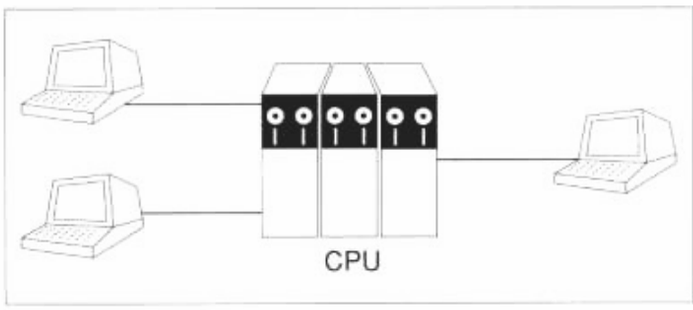
Os primeiros sistemas de comunicações de dados eram conhecidos como sistemas de teleprocessamento, constituídos de terminais conectados a um computador central por meio de linhas de comunicações.

O processamento dos dados enviados pelos terminais era realizado remotamente pelo computador central

- **Primeira Fase: CPU e Terminais centralizados**

Numa primeira fase da evolução do processamento de dados, todo o processamento era centralizado.

Tanto a CPU como os dispositivos de entrada/saída operavam no mesmo ambiente.



Ambiente centralizado

- **Problemas encontrados no processamento baseado na centralização da CPU e dos Terminais**:

Tempo de coleta e compilação de informações muito grande.

Manuseio excessivo de documentos.

Necessidade de transporte de documentos entre localidades remotas e CPD.

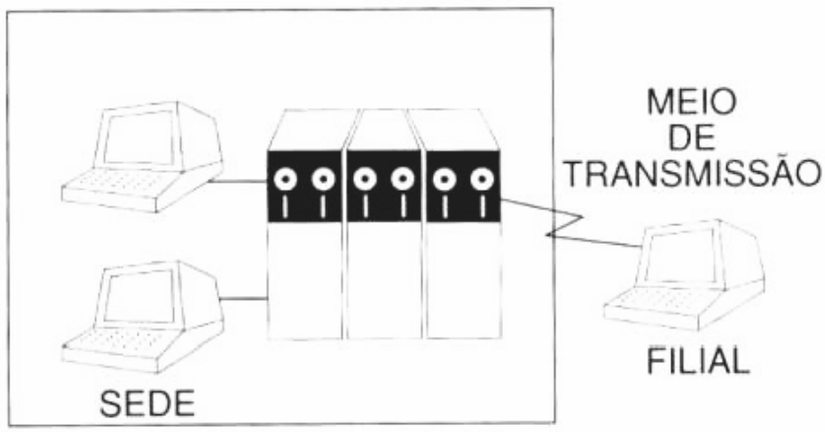
Erros detectados pelo computador no processamento só poderiam ser corrigidos em um próximo ciclo de processamento, após a correção da informação no local onde foi gerada, ocasionando grandes atrasos no processamento do serviço.

- **Segunda Fase: CPU centralizada e terminais distribuídos**

Para uso eficaz dos recursos de processamento, tornou-se necessário que:

Os dispositivos de entrada e saída não estivessem fisicamente presentes nos locais onde estava a informação a ser processada, enquanto o processamento devesse ocorrer de forma centralizada.

Esta ideia originou o conceito de processamento à distância, ou Teleprocessamento.



CPU centralizada e Terminais descentralizados

Denominou-se, então, o Teleprocessamento como sendo a troca de informações entre sistemas de computação, utilizando as facilidades das telecomunicações.

Os meios e métodos utilizados em telecomunicações constituem os elementos que permitem que os computadores e periféricos trabalhem à distância.

2.1 Terminologias de Teleprocessamento

- **Tempo de Resposta**: Intervalo de tempo entre a digitação do último caractere pelo usuário do sistema e o primeiro caractere de resposta enviado pelo computador e efetivamente recebido pelo usuário.
- **Processamento em Lote (Batch):** As transações não são processadas imediatamente, mas são agrupadas e guardadas por um determinado tempo, até que sejam processadas.
- **Processamento Online:** Sistema de processamento em que o terminal permanece em contato com o computador central durante todo o processamento, os dados coletados no terminal são encaminhados imediatamente para o computador central.

Neste tipo de processamento, não há compromisso com respeito ao tempo de resposta.

- **Processamento em Tempo Real (Real Time):** As respostas do sistema às entradas são suficientemente rápidas para controlar o processo e ou influir na ação subsequente.

Neste tipo de processamento, necessariamente deve haver compromisso com respeito ao tempo de resposta.

Capítulo 3

3. Modos de Operação

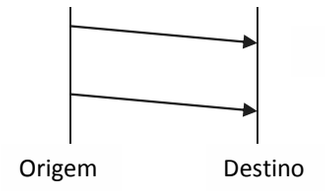
Em qualquer tipo de comunicação, a transmissão e a recepção poderão ocorrer ou não simultaneamente, sendo classificadas em Smplex, Half-Duplex e Full-Duplex.

- **Simplex:** Comunicação possível em uma única direção.

Exemplos:

- Envio de um documento para impressão de um terminal para uma impressora

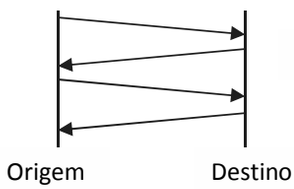
- A Transmissão do sinal de TV e Rádio.



- **Half-Duplex:** Comunicação possível em ambas às direções porem não simultaneamente.

Exemplos:

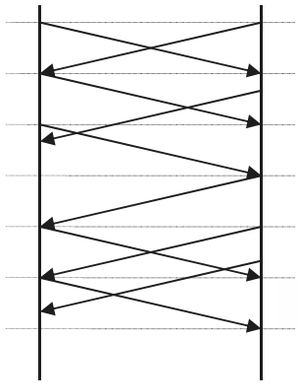
- Envio de mensagens de telegrafo.
- A comunicação entre Rádios Amadores (PTT).



- **Full-Duplex ou Duplex:** Comunicação possível em ambas às direções simultaneamente.

Exemplo:

- Conversa telefônica entre duas pessoas.



Capítulo 4

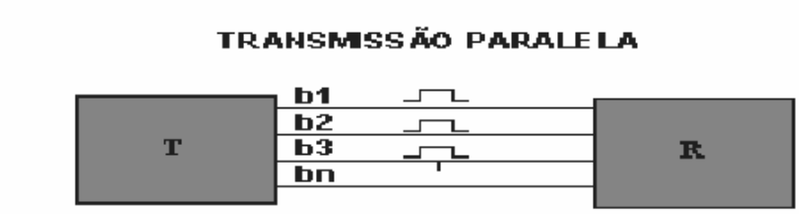
4. Tipos de Transmissão

Os sinais que compõe a informação num computador (bits) são transmitidos por um hardware denominado de Interface ou Porta de Comunicação que pode ser Serial ou Paralela.

- **Transmissão Serial:** Neste tipo transmissão todos os bits de um Byte são transmitidos um após o outro em sequencia, necessita de apenas de dois fios um para transmissão e recepção.



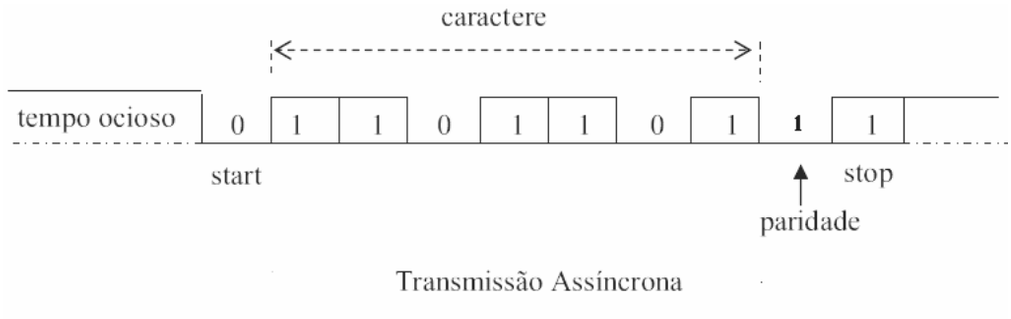
- **Transmissão Paralela:** Neste tipo transmissão todos os bits de um Byte são transmitidos simultaneamente, utilizando um fio para cada bit.



Capítulo 5

5. Ritmos de Transmissão

- **Transmissão Assíncrona:** Para cada caractere que desejamos transmitir, utiliza-se um elemento de sinalização para indicar o inicio START e outro para indicar o termino STOP.



Transmissão Assíncrona

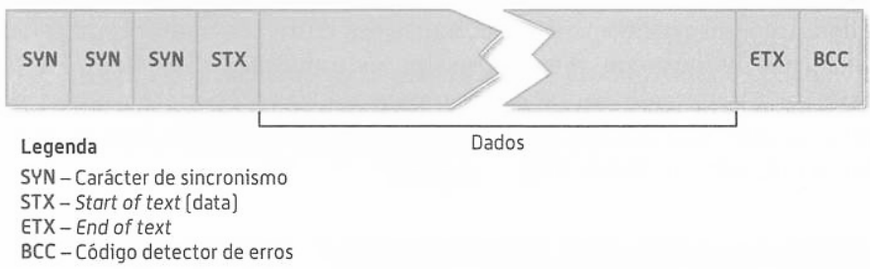
- **Paridade em transmissão assíncrona**

Nas transmissões assíncronas existem dois tipos de código de paridade: a paridade par e a paridade ímpar.

- **Paridade ímpar:** Se o número de bits 1 for ímpar então a paridade será impar e será acrescentado um bit 1 indicando a paridade.

- **Paridade par:** Se o número de bits 1 for par então a paridade será par e será acrescentado um bit 0 indicando a paridade.

- **Transmissão Síncrona:** cada bloco de caractere de informação é transmitido e recebido num instante de tempo bem definido e conhecido pelo emissor e receptor, ou seja, estes têm que estar sincronizados. Para manter esta transmissão sincronia, o equipamento emissor envia um bloco de informação que ajuda a manter, o emissor e receptor sincronizados.



Capítulo 6

6.1 Decibéis (dB)

Relação logarítmica entre potencias de um sinal (entrada e saída) em um circuito, utilizada para calcular ganho (Amplificação Positiva), ou Atenuação (Amplificação Negativa).

Formula de Ganho:

$$10 \text{ Log}_{10} \frac{P_{\text{Saida}}}{P_{\text{Entrad.}}} \text{ dBs}$$

Formula de Atenuação:

$$10 \text{ Log}_{10} \frac{P_{\text{Entrad}}}{P_{\text{Saida}}} \text{ dBs}$$

6.2 dBm

Expressa a amplificação (ganho ou atenuação) de um sinal em relação à 1mW, indica quantos decibéis o sinal está acima de 1mW, desta forma dBm é o valor absoluto da potência.

Fórmula:



Capítulo 7

7. Redes de comutadores

Constituem pelo menos 2 computadores interligados entre si de modo a poderem compartilhar recursos físicos (Hardware) estes podem ser impressoras, drive de CD e lógicos (software), estes podem ser imagens, vídeos, arquivos de texto.

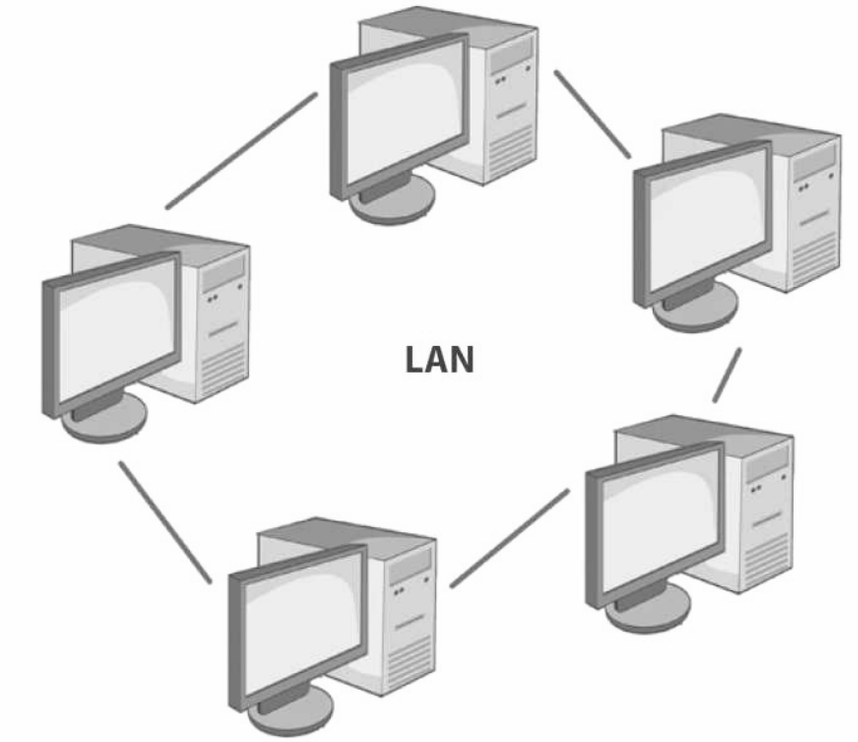
7.1 Classificação das Redes

- **LAN Rede de Área local (*Local Area Network)***

Trata-se de um conjunto de computadores que pertencem a uma mesma organização e que estão ligados entre eles numa pequena área geográfica.

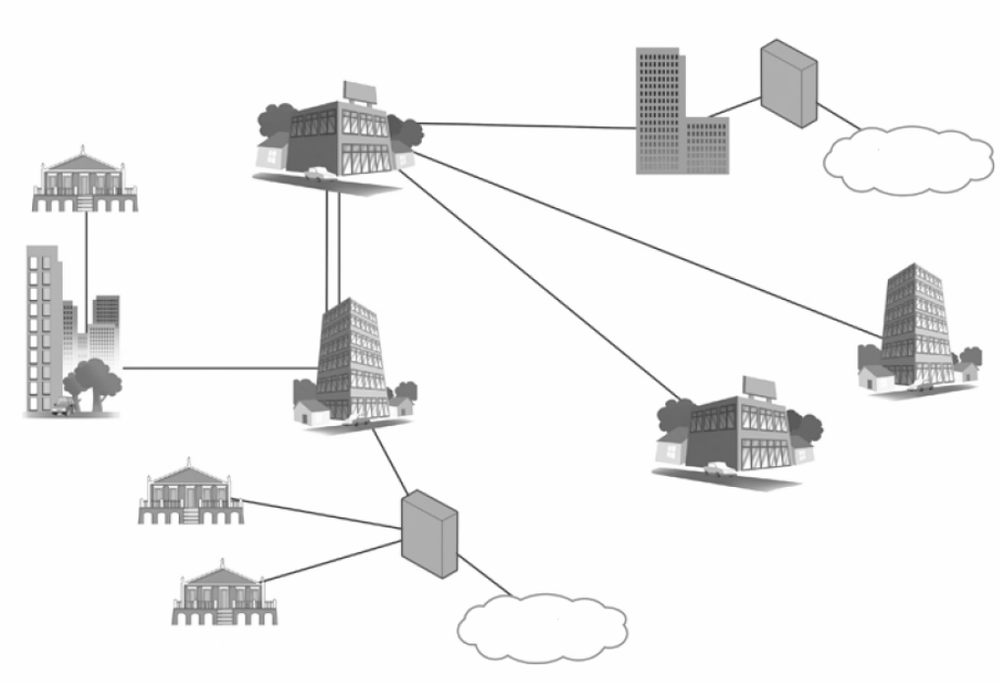
Em num ambiente de rede ponto a ponto, não há um computador central e cada computador tem um papel similar.

Em num ambiente cliente/servidor, um computador central fornece serviços rede aos utilizadores.



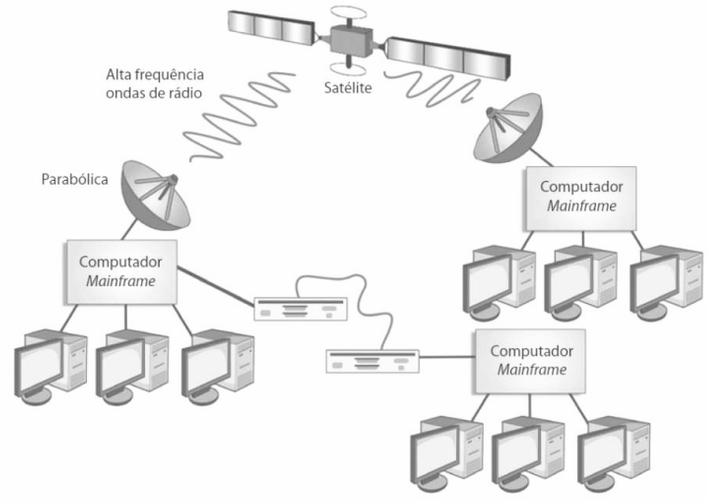
- **MAN Rede de Área Metropolitana (Metropolitan Area Network)**

São às redes que ocupam o perímetro de uma cidade. São mais rápidas e permitem que empresas com filiais em bairros diferentes se conectem entre si.



- **WAN Rede de longa distância (Wide Area Network)**

Também conhecida como Rede geograficamente distribuída, é uma rede de computadores que abrange uma grande área geográfica, com frequência um país ou continente.



7.2 Topologia de redes

Topologia define a estrutura da rede. Existem duas partes na definição da topologia, a topologia física, que é o layout atual do fio (meio) e a topologia lógica, que define como os meios são acessados pelos hosts. As topologias físicas que são comumente usadas são barramento, anel, estrela.

- **Rede em barramento**

E uma topologia de rede em que todos os computadores são ligados em um mesmo barramento físico de dados. Apesar de os dados não passarem por dentro de cada um dos nós, apenas uma máquina pode “escrever” no barramento num dado momento. Todas as outras “escutam” e recolhem para si os dados destinados a elas. Quando um computador estiver a transmitir um sinal, toda a rede fica ocupada e se outro computador tentar enviar outro sinal ao mesmo tempo, ocorre uma colisão e é preciso reiniciar a transmissão.

Como Funciona:

Essa topologia utiliza cabos coaxiais. Para cada barramento existe um único cabo, que vai de uma ponta a outra. O cabo é seccionado em cada local onde um micro será inserido na rede. Com o seccionamento do cabo formam-se duas pontas e cada uma delas recebe um conector BNC. No micro é colocado um "T" conectado à placa que junta às duas pontas. Embora ainda existam algumas instalações de rede que utilizam esse modelo, é uma tecnologia obsoleta. Existe uma forma um pouco mais complexa dessa topologia, denominada barramento distribuído, no qual o mesmo começa em um local chamado raiz e se expande aos demais ramos (Ligados a um conector). A diferença entre este tipo de barramento e o barramento simples é que, neste caso a rede pode ter mais de dois pontos terminais.



Aplicações: As redes locais Ethernet ponto-a-ponto.

Vantagens:

- Facilidade de instalação;
- Simples e barato;
- Se um computador falhar, ele não afeta os outros computadores;
- Impressoras podem ser compartilhadas;
- Minimizando a quantidade de cabo utilizado nas ligações à rede.

Desvantagens

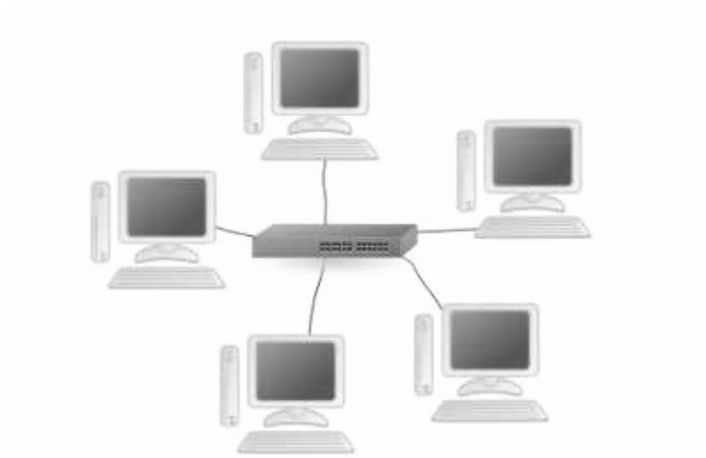
- Se o cabo principal falhar, todos os outros computadores falham;
- Reconfigurações para isolamento de falhas e instalação de novos dispositivos tendem a ser difícil, já que a rede é projetada para ser mais eficiente durante a instalação;
- Quanto maior a distância coberta por um sinal ao longo da linha de comunicação maior o calor produzido devido à energia ser transformada para aquecer tornando o sinal mais fraco, quanto mais ele se desloca;
- Uma falha ao longo da linha de comunicação comum deixa todas as transmissões na rede;
- Limitação de conexão;

- **Rede em Estrela**

Toda a informação deve passar obrigatoriamente por uma estação central inteligente, que deve conectar cada estação da rede e distribuir o tráfego para que uma estação não receba, indevidamente, dados destinados às outras. É neste aspecto que esta topologia difere da topologia barramento: uma rede local que use um hub não é considerada como estrela, pois o tráfego que entra pela porta do hub é destinado a todas as outras portas. Porém, uma rede que usa switches, apenas os dados destinados àquele nó são enviados a ele.

As redes em estrela, que são as mais comuns hoje em dia, utilizam cabos de par trançado e um switch como ponto central da rede.

O hub se encarrega de retransmitir todos os dados para todas as estações, mas com a vantagem de tornar mais fácil a localização dos problemas, já que se um dos cabos, uma das portas do hub ou uma das placas de rede estiver com problemas, apenas o PC ligado ao componente defeituoso ficará fora da rede, ao contrário do que ocorre nas redes barramento 10Base2, onde um mau contato em qualquer um dos conectores derruba a rede inteira.



Desvantagens:

- A necessidade de usar um maior comprimento de cabo, necessidade de um dispositivo central.

Vantagens:

- A existência de problemas numa determinada ligação a qualquer computador não compromete a totalidade da rede, apenas ficando afetado o computador respectivo e as condições de transmissão do cabo usado, que permite velocidades de transmissão superiores;

- **Rede em Anel**

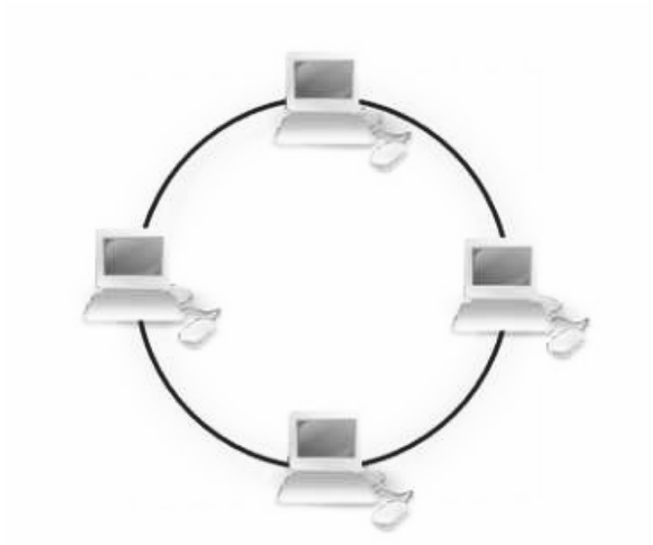
Consiste em estações conectadas através de um circuito fechado, em série (anel). O anel não interliga as estações diretamente, mas consiste de uma série de repetidores ligados por um meio físico, sendo cada estação ligada a estes repetidores. É uma configuração em desuso.

Redes em anel são capazes de transmitir e receber dados em configuração unidirecional; o projeto dos repetidores é mais simples e torna menos sofisticados os protocolos de comunicação que asseguram a entrega da mensagem corretamente e em sequência ao destino, pois sendo ANEL unidirecional evita o problema do roteamento.

Nesta topologia cada estação está conectada a apenas duas outras estações, quando todas estão ativas. Uma desvantagem é que se, por acaso apenas uma das máquinas falhar, toda a rede pode ser comprometida, já que a informação só trafega em uma direção, que no caso é CIRCULAR.

Em termos práticos, nessas redes a fiação, que geralmente é realizada com cabos coaxiais, possui conectores BNC em formato de "T", onde uma das pontas você conecta no computador e a outra levará a informação adiante, prosseguindo para a máquina seguinte.

Em uma rede em anel, cada nó tem sua vez para enviar e receber informações através de um token (ficha, em inglês). O token, junto com quaisquer informações, é enviado do primeiro para o segundo nó, que extrai as informações endereçadas a ele e adiciona quaisquer informações que deseja enviar. Depois, o segundo nó passa o token e as informações para o terceiro nó e assim por diante, até chegar novamente ao primeiro nó. Somente o nó com o token pode enviar informações. Todos os outros nós devem esperar o token chegar. Como acontece em qualquer topologia, cada estação, ou nó, atende por um endereço que, ao ser reconhecido por uma estação, aceita a mensagem e a trata.



Vantagens:

- Todos os computadores acessam a rede igualmente, e a desempenho não é impactada com o aumento de usuários.

Desvantagens:

- Falha de um computador pode afetar o restante da rede e os problemas são difíceis de isolar.

Capítulo 8

8.1 Padrões Ethernet

10BASE2:

Utilizados em rede Barramento (conhecido como *thinnet*) é um padrão de rede Ethernet que utiliza cabo coaxial fino, daí de ser denominado *thinnet*. O cabo transmite sinais a 10 Mega bits por segundo e a uma distância máxima de 185 metros, tem capacidade para conectar 30 estações por segmento.

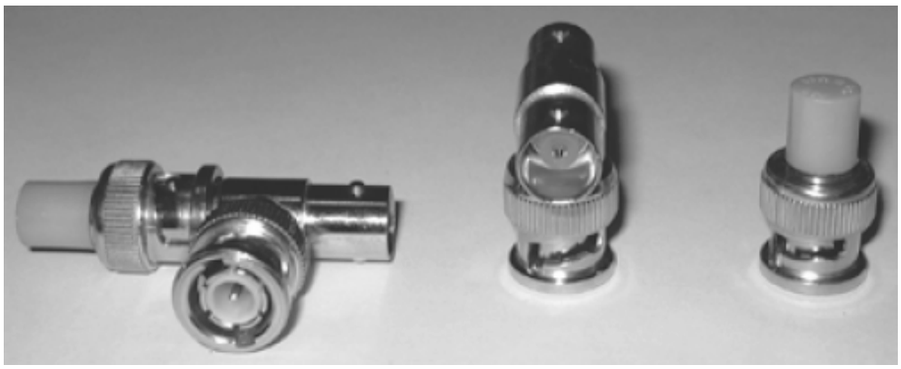
Para conectar os computadores, é utilizado um conector BNC do tipo T.



10BASE5:

Também utilizados em rede Barramento (conhecido como thicknet) é um padrão de rede Ethernet que utiliza cabo coaxial grosso, daí de ser denominado thicknet, o cabo transmite sinais a 10 Mega bits por segundo e a uma distância máxima de 500 metros, tem capacidade para conectar 100 estações, Para conectar os computadores, é utilizado um conector BNC do tipo N.







10BASET:

Uma implementação do padrão Ethernet, que permite que estações sejam ligadas por cabos de par trançado.

Os links 10BASE-T geralmente consistem numa conexão entre a estação e um hub ou switch, O cabo transmite sinais a 10 Mega bits por segundo, a uma distância máxima de 10 metros sem repetição, utiliza 2 pares do cabo de pares.

10BaseT

10=10Mpbs Base=Baseband T= Par Trançado (Twisted pair)

FastEthernet:

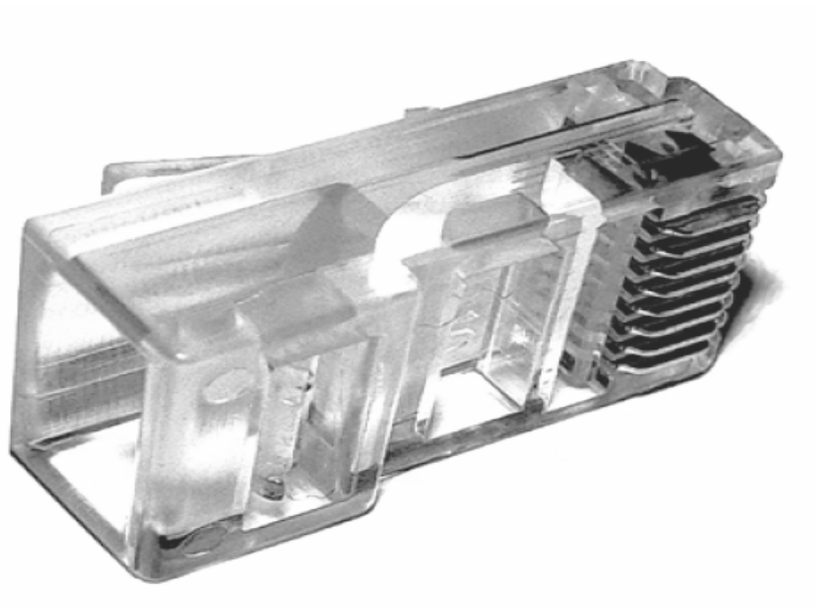
A tecnologia FastEthernet é a evolução da Ethernet, o nome fast é porque o cabo transmite sinais a 100 Mega bits por segundo e a uma distância máxima de 100 metros sem repetição utilizam 2 pares do cabo de pares.

Gigabit Ethernet:

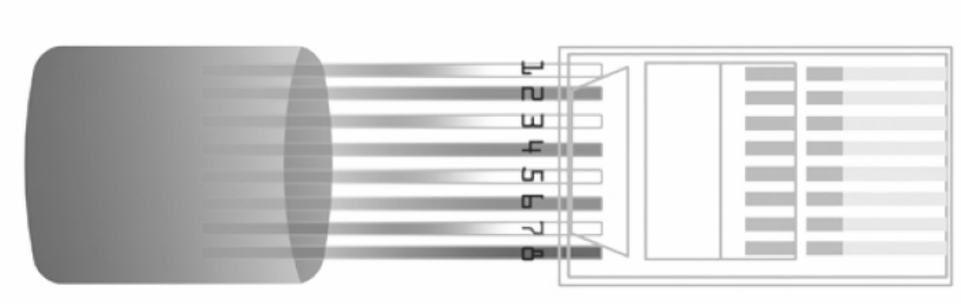
A tecnologia Giga Ethernet , o cabo transmite sinais a 1000 Mega bits por segundo e a uma distância máxima de 100 metros sem repetição utilizam os 4 pares do cabo de pares, transmite 250Mega bits por segundo por pares.

Cabo de Pares





Conector RJ-45



Capítulo 9

9.1 Componentes de uma LAN

- **Servidores**

Servidores são computadores com alta capacidade de processamento e armazenagem que tem por função disponibilizar serviços, arquivos ou aplicações a uma rede. Como provedores de serviços, eles podem disponibilizar e-mail, hospedagem de páginas na internet, firewall, proxy, impressão, banco de dados, servir como controladores de domínio e muitas outras utilidades. Como servidores de arquivos, eles podem servir de depósito para que os utilizadores guardem os seus arquivos num local seguro e centralizado. E, finalmente, como servidores de aplicação, disponibilizar aplicações que necessitam de alto poder de processamento a máquinas com menor capacidade.

- **Estações**

As estações de trabalho, também chamadas de clientes, são geralmente computadores de mesa, notebook, os quais são usados para acesso aos serviços disponibilizados pelo servidor, ou para executar tarefas locais. São máquinas que possuem um poder de processamento menor. Algumas vezes são usadas estações sem disco (diskless), as quais usam completamente os arquivos e programas disponibilizados pelo servidor -- hoje estas estações são às vezes chamadas de thin clients.

- **Sistema operacional de rede**

O sistema operacional de rede é um programa informático de controle da máquina que dá suporte à rede, sendo que existem 2 classes de sistema: sistema cliente e sistema servidor.

O sistema cliente possui características mais simples, voltadas para a utilização de serviços, enquanto que o sistema servidor possui uma maior quantidade de recursos, tais como serviços para serem disponibilizados aos clientes.

Os sistemas baseados em Unix são potencialmente clientes e servidores, sendo feita a escolha durante a instalação dos pacotes, enquanto que em sistemas Windows, existem versões clientes (Windows 2000 Professional, Windows XP) e versões servidoras (Windows 2000 Server, Windows 2003 Server e Windows 2008 Server).

- **Dispositivos de rede**

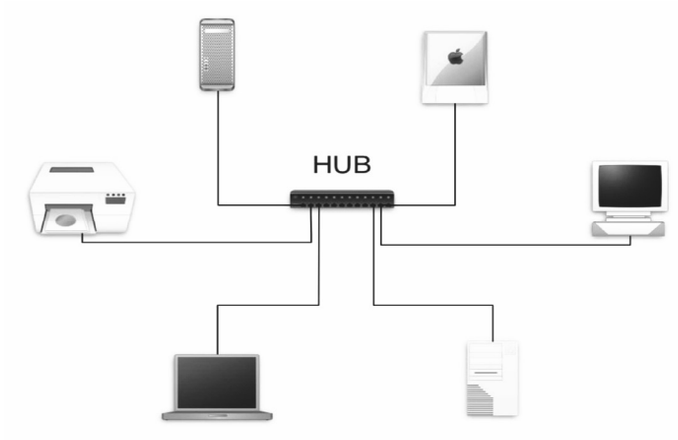
Dispositivos de rede são os meios físicos necessários para a comunicação entre os componentes participantes de uma rede. São exemplos: hubs, switchs, roteadores, placas de rede e os pontos de acesso wireless.

- **HUB:**

São equipamentos usados para flexibilizar as LAN's Ethernet. Esses equipamentos são basicamente concentradores de fiação. Isoladamente um hub não pode ser considerado como um equipamento de interconexão de redes, ao menos que tenha sua função associada a outros equipamentos como repetidores ou switchs por exemplo. O uso de hubs torna fácil o isolamento de problemas, bem como facilita inserção de novas estações em uma LAN.
•Propaga broadcast, ou seja, recebe as informações e as envia para todos os computadores da rede

•Rede mais lenta.

•São semelhantes aos repetidores, à diferença é o número de portas



- **SWITCH**

É um equipamento de rede utilizado para a distribuição e segmentação de LAN´s. A diferença entre o hub e o switch é que estes tomam decisões com base no endereço MAC e os hubs não tomam nenhuma decisão. Devido a isso os switches tornam as LAN´s muito mais eficientes. O switch encaminha os dados diretamente ao seu destinatário, ao contrário dos hub´s que enviam os enviam a todas as portas (Broadcast).

- **Característica**

•Fácil escalabilidade (crescimento);

•De acordo com o modelo podem ser administrados por software;



- **ROTEADOR ou GATEWAY**

É um equipamento usado para fazer a comunicação entre diferentes redes de computadores, provendo a comunicação entre redes geograficamente distantes.

Os roteadores utilizam tabelas de rotas para decidir sobre o encaminhamento de cada pacote de dados recebido. Eles preenchem e fazem a manutenção dessas tabelas executando processos e protocolos de atualização de rotas, especificando os endereços e domínios de roteamento. O administrador pode fazer a configuração estática das rotas para a propagação dos pacotes ou pode configurar o roteador para que este atualize sua tabela de rotas através de processos dinâmicos e automáticos.

Parte Frontal



Parte Traseira



Capítulo 10

10. Cabeamento Estruturado

Cabeamento estruturado é uma maneira padronizada de cabear um tipo de rede (independentemente de seu tipo: telefonia, internet, etc.) minimizando custos e maximizando possíveis expansibilidades futuras. Todos os sinais de dados, voz (telefonia), multimídia (som ambiente ou vídeo) podem ser transmitidas através do mesmo cabo de mesma infraestrutura (tomadas, conectores, painéis).

Uma empresa bem sucedida requer um bom trabalho de equipe e flexibilidade. As organizações enfrentam mudanças constantes, que exigem a movimentação ou reorganização das pessoas, seus espaços de trabalho e os serviços que elas executam. O sistema de cabeamento estruturado é planejado para acomodar as frequentes mudanças, acréscimos e alterações. Um sistema de cabeamento estruturado é à base de uma rede de informações moderna.

O conceito de Sistema de Cabeamento Estruturado se baseia na disposição de uma rede de cabos com integração de serviços de dados e voz que facilmente pode ser redirecionada por caminhos diferentes, no mesmo complexo de Cabeamento, para prover um caminho de transmissão entre pontos da rede distintos. Um Sistema de Cabeamento Estruturado EIA/TIA-568-B e EIA/TIA-568-A é formado por seis subsistemas:

Entrada do Edifício

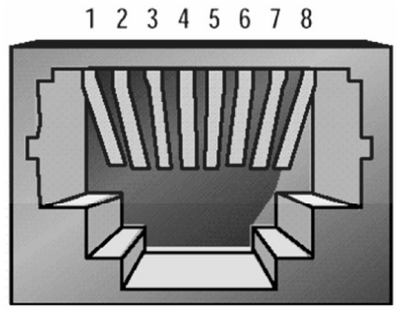
Sala de Equipamentos

Cabeamento Vertical

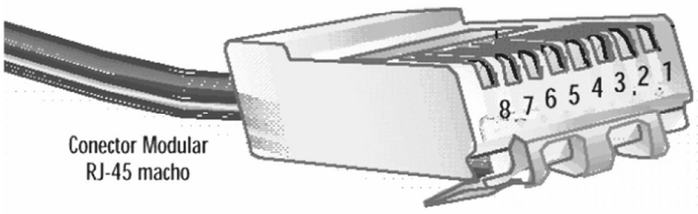
Armário de Telecomunicações

Cabeamento Horizontal

Área de Trabalho



Conector Modular RJ-45 fêmea



Conector Modular
RJ-45 macho

Pinagem 568A
Pino / Cor

1- Branco/Verde
2- Verde
3- Branco/Laranja
4- Azul
5- Branco/Azul
6- Laranja
7- Branco/Marrom
8- Marrom



Pinagem 568B
Pino / Cor

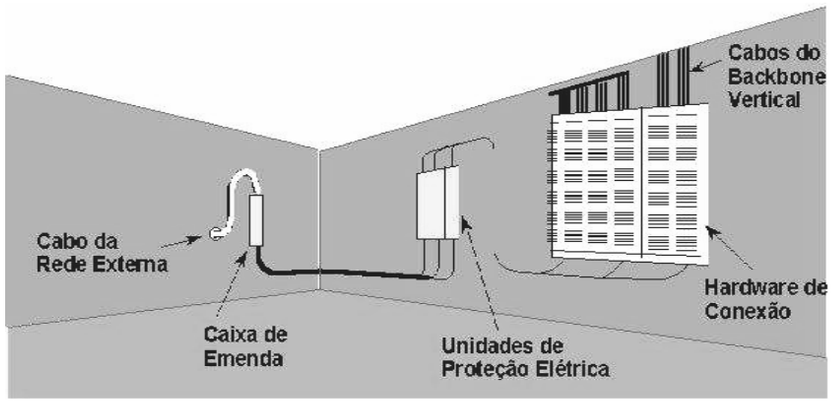
1- Branco/Laranja
2- Laranja
3- Branco/Verde
4- Azul
5- Branco/Azul
6- Verde
7- Branco/Marrom
8- Marrom



10.1 Entrada do Edifício

Ponto de acesso de comunicação externa da edificação, meio pelo qual chegam e saem às informações da instalação.

Fazem parte da entrada os acessos de telefonia vindos da concessionária, acessos de televisão, cabos de fibra ótica externa, entradas de rádio digital, etc.



10.2 Sala de Equipamentos

Na Sala de Equipamentos estão colocados os equipamentos principais de uma rede, ou os de maior complexidade.

A partir da Sala de Equipamentos é feito o controle e gerenciamento das instalações de comunicação de uma instalação.

Componentes:

- Equipamentos ativos principais - hubs, switches, multiplexadores, etc.;
- Painéis distribuidores de cobre e de fibra, bem como suportes tipo rack;
- Servidores;
- Central PABX;



10.3 Cabeamento Vertical

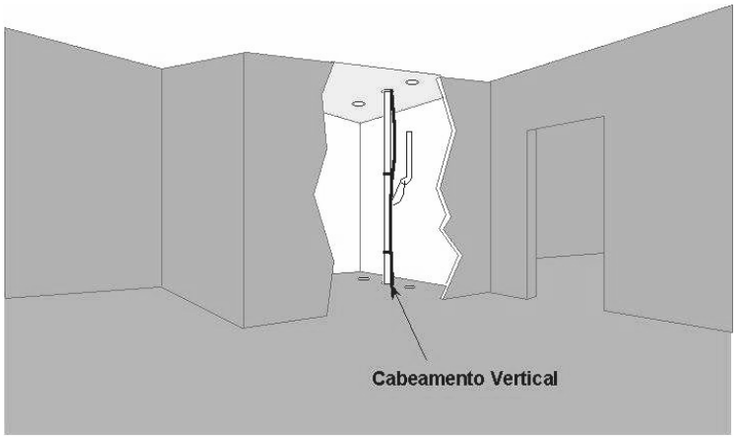
É o cabeamento que interliga os diversos Armários de Telecomunicações entre si, a Sala de Equipamentos e desta até a Entrada do edifício.

Em instalações industriais ou em campus, o Cabeamento Vertical interliga os diversos prédios.

É também chamado de “backbone” e sua topologia é estrela.

Componentes:

- Cabos tipo UTP de 25 pares (em instalações internas);
- Cabos de fibra ótica (em instalações internas e externas);
- Tubulações subterrâneas, leitos para cabos, eletrocalhas, estruturas aéreas, etc.;



10.4 Armário de Telecomunicações

Local onde são colocados os painéis distribuidores bem como equipamentos, neste local é feita a conexão cruzada (cross-conection) entre painéis distribuidores e os equipamentos.

O armário de telecomunicações é uma das extremidades do cabeamento horizontal, Pode ser uma sala, um armário, ou mesmo um gabinete fechado (rack) dependendo do tamanho do edifício.

O armário de telecomunicações faz a integração entre o cabeamento horizontal e o vertical.

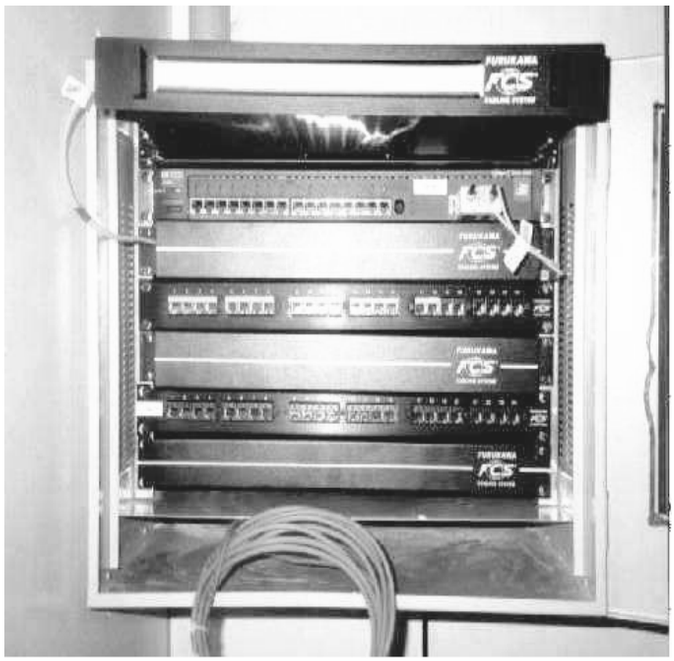
Os painéis distribuidores de cabos metálicos contem o Patch panel com portas RJ45.

Nos patch panels cada porta representa uma tomada de um ponto de saída.

Nos blocos o cabo que liga à tomada do ponto de saída é aberto em 4 pares.

Os patch panels utilizam o padrão RJ45, o que os torna mais fáceis de usar, pois as portas são idênticas às tomadas e às saídas dos hubs ou switchs.

Devido à separação dos pares, o bloco facilita as diversas aplicações, tais como telefonia, dados ou vídeo.



10.5 Cabeamento Horizontal

Conjunto de cabos que liga as tomadas até os painéis distribuidores colocados no Armário de Telecomunicações, o formato de distribuição é do tipo estrela.

O cabeamento horizontal é formado por:

Tubulações, eletrocalhas, leitos e demais acessórios para suporte dos cabos;

Cabos UTP;

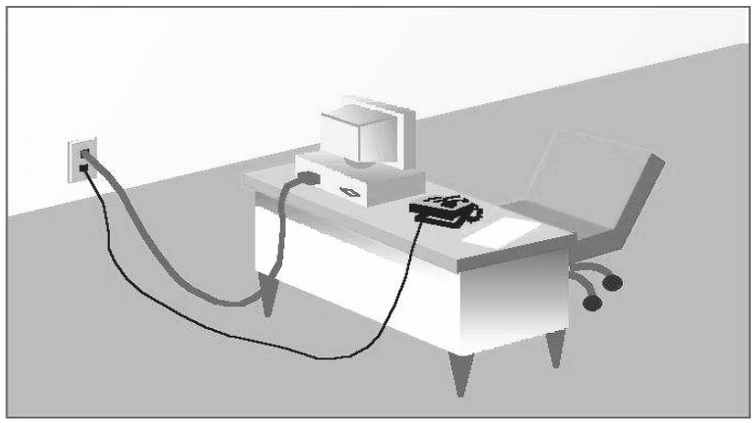
Cabos de fibra ótica;

10.6 Área de Trabalho

Local ocupado pelo usuário, onde são necessários pontos de saída para conexão dos equipamentos de trabalho (telefone, computador, sensor de automação, câmera, TV, saída de som ...).

Neste local são colocadas as tomadas padrão RJ45 e os cabos adaptadores entre o equipamento e a tomadas (patch cords).

Cada ponto de saída deve ter, no mínimo, duas tomadas RJ45.



CURSO TÉCNICO EM

TELECOMUNICAÇÕES

ETAPA 1

SISTEMAS DE TELECOMUNICAÇÕES TEORIA E PRATICA

Disciplina: Sistemas de Telecomunicações

Carga Horária: 40 h/a.

Objetivos Gerais: Dar base ao aluno a assimilar o conteúdo de telecomunicações das 2ª e 3ª etapa.

Avaliações:

1º Momento – 40 Pontos

10 Pontos: trabalho de pesquisa 1;

10 Pontos: Avaliação 2;

20 Pontos: Avaliação Bimestral;

2º Momento – 60 Pontos

10 Pontos: Trabalho de pesquisa 1;

10 Pontos: Avaliação Mensal;

10 Pontos: Mostra tecnológica;

30 Pontos: Avaliação Bimestral;

Bibliografica:

Você e as Telecomunicações, Ovídio Barradas, Editora Interciência.

TELEFONIA – Conceitos e Tecnologias – Embratel – Argemiro Leite

Básico de telecomunicações – 5ª Edição – Curso Embratel

Site WWW.teleco.com.br

Redes de Computadores Tecnologias, aplicações e Projetos em Ambiente Corporativo.

Apostila teórica - Exato Tecnologia Ltda.

Sumário

1. HISTÓRICO E VISÃO GERAL DAS TELECOMUNICAÇÕES 406
1.1. Introdução 406
1.2. Evolução das Comunicações 406

2. SISTEMA DE COMUNICAÇÃO 418

3. SISTEMA DE TELECOMUNICAÇÕES 419

4. COMUNICAÇÃO ANALÓGICA E DIGITAL 420
4.1. Componentes Básicos de Comunicação 420
4.1.1. Sistemas Analógicos e Digitais 420
4.1.1.1. Sistemas Analógicos 421
4.1.1.2. Sistemas Digitais 424
4.1.1.3. Aspectos referentes a cada sistema 425
4.1.2. Largura de Banda 427
4.1.3. Compactação, Multiplexação e Modulação 428
4.1.3.1. Compactação 428
4.1.3.2. Multiplexação 429
4.1.3.3. Modulação 431

5. REDES DE TELEFONIA 436
5.1. Comutação telefônica 436
5.2. Rede Telefônica Fixa Comutada (RTFC) 443
5.3. Composição Básica de uma Rede de Telecomunicações 444
5.4. Plano de Numeração 445
5.5. Linha telefônica 447
5.7. Rede de acesso 449
5.8. Central Telefônica 450
5.9. Sinalização 452
5.10. Digitalização 456

6. MEIOS DE TRANSMISSÃO 457
6.1. Fibras Ópticas 457
6.2. Sistemas de Rádio Enlaces 458
6.3. Sistemas de Satélite 459

1. Histórico e visão geral das Telecomunicações

1.1. Introdução

Quando os homens primitivos (1,5 a 2 milhões de anos a.C) viviam em busca de água e comida, certo grau de comunicação existia entre eles. Esta comunicação lhes possibilitava manter o grupo coeso, determinar a direção a ser seguida, estabelecer estratégias de caça ou de combate e resolver seus problemas grupais.

A palavra “telecomunicações” deriva de um radical grego (“tele” = distância) e uma terminação latina (“communicatio” = comunicação). Como tal, poderíamos conceituar um sistema de telecomunicações como aquele que permite **comunicação à distância.**

1.2. Evolução das Comunicações

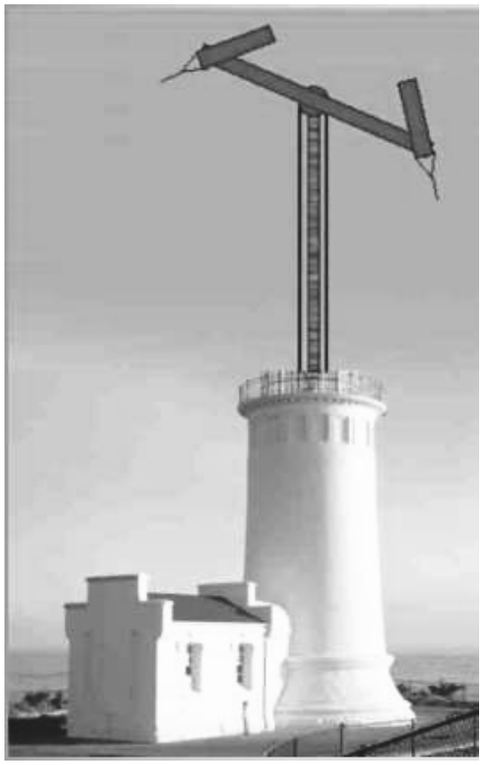
A comunicação entre as pessoas sempre foi uma necessidade, mas a comunicação à distância apresentou problemas durante muito tempo. Na Antiguidade utilizavam-se métodos naturais, como acender fogueiras no cimo dos montes, para comunicar à distância.

- Outros processos usados durante muito tempo utilizavam animais, como as carruagens a cavalo ou os cavaleiros e pássaros, assim como navios e mais tarde o comboio.



- Outro processo visual foi desenvolvido nos princípios da década de 1790 pelo engenheiro francês Claude Chappe, que inventou a palavra **telégrafo** (do grego, “escrever à distância”). Consistia em transmitir letras, palavras e frases através de um código visualizado a partir de 3 réguas de madeira articuladas colocadas na parte alta de um poste ou edifício.
- A primeira linha de semáforo data de 1794 e ligava Paris a Lille, distantes de 225 quilômetros.

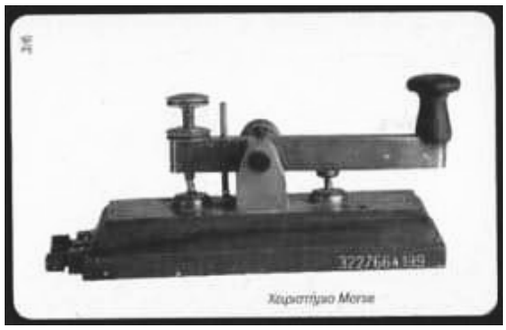




Em 1844, Samuel Morse inventou o telégrafo.



Operadora Morse



Chave Morse

A ·–	J ·–––	S ···	2 ··–––
B –···	K –·–	T –	3 ···–––
C –·–·	L ·–··	U ··–	4 ····–
D –··	M ––	V ···–	5 ·····
E ·	N –·	W ·––	6 –····
F ··–·	O –––	X –··–	7 ––···
G ––·	P ·––·	Y –·––	8 –––··
H ····	Q ––·–	Z ––··	9 ––––·
I ··	R ·–·	1 ·––––	0 –––––

Código Morse

Em 1850, um cabo submarino foi instalado através do canal da Mancha ligando Inglaterra e França;

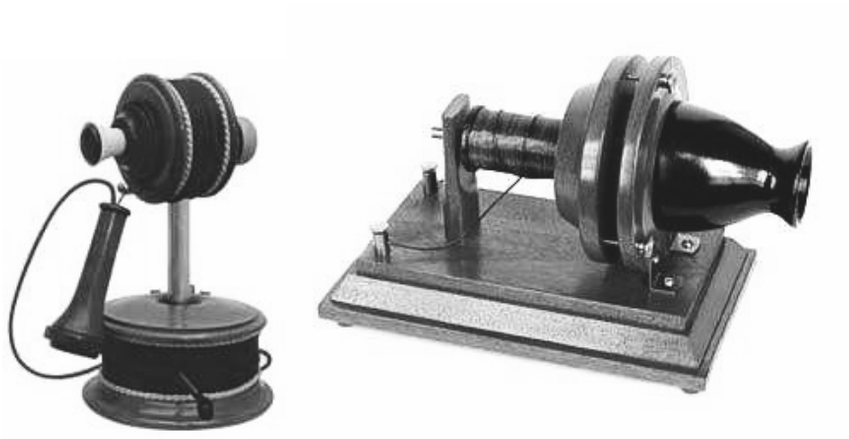


17 de março de 1865

- Fundada a ITU (International Telecommunication Union);
- Objetivos: coordenar o tráfego internacional de telecomunicações, a utilização do espectro de rádio frequências, manter e desenvolver a cooperação internacional, dar suporte ao desenvolvimento tecnológico e prestar assistência técnica aos países em desenvolvimento.

Em 1876, Graham Bell inventou o telefone.

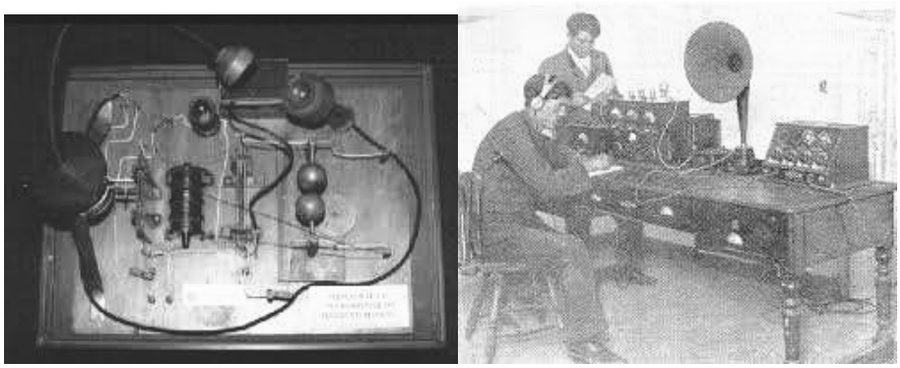
- Graham Bell se destaca como a grande figura mundial das telecomunicações. Professor e cientista, Bell criou o primeiro protótipo do telefone, aos 29 anos.



1877 - D. Pedro II inaugurava efetivamente a telefonia no Brasil

- D. Pedro II ordena a instalação de linhas telefônicas interligando o Palácio do Quinta da Boa Vista às residências dos seus Ministros.

Em 1895 Marconi inventou o rádio.



1904 - Padre Landell começa a criar o projeto de transmissão de imagens à distância - a televisão

- O “grande prêmio” que ele recebe é a destruição de seu laboratório por fanáticos religiosos, na cidade de Campinas - SP.

1920 - Realizaram as verdadeiras transmissões de TV através do sistema mecânico.



John Logie Baird e seu Invento

1923 - O russo Wladimir Zworykin patenteou o iconoscópio, invento que utilizava tubos de raios catódicos.



Iconoscópio



Televisor de 1935

1950 - Inaugura-se a TV Tupi de São Paulo, pertencente ao jornalista Assis Chateaubriand, dono dos Diários Associados.

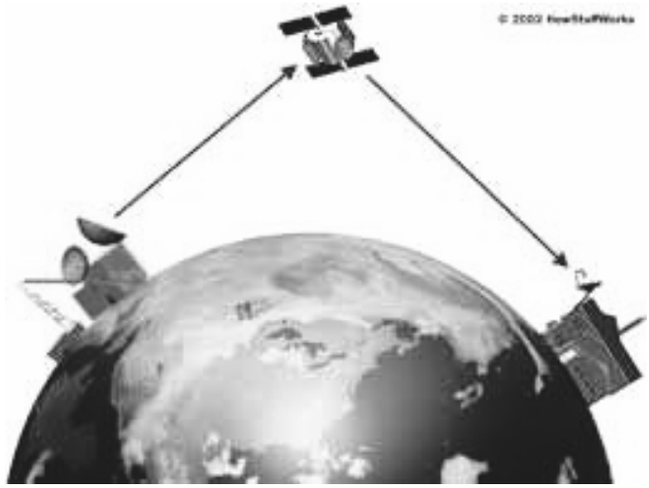


Até os Anos 50

- As concessões dos serviços de telecomunicações eram distribuídas indistintamente pelos governos federal, estaduais e municipais, propiciando que empresas operadoras surgissem e se expandissem de forma desordenada, com custos onerosos e sem qualquer compromisso com a qualidade.
- No final dessa década existiam, aproximadamente, 1000 companhias telefônicas, com grandes dificuldades operacionais e de interligação.
- 1957 - Estabelecida a primeira instalação telefônica interurbana através de enlaces por micro-ondas no Brasil entre o Rio de Janeiro e São Paulo.
- No mesmo ano, foi inventado o transistor, que, substituindo a antigas válvulas, permitiu que os equipamentos de telecomunicações fossem modernizados e diminuíssem de tamanho.
- **1958** - Implantado o sistema de Discagem Direta à Distância (DDD) entre São Paulo e Santos através de um cabo coaxial.

Anos 60

- **27 de agosto de 1962** - Editada a Lei 4.117, o Código Brasileiro de telecomunicações, de 27 de agosto de 1962.
- **16 de setembro de 1965** - Criada a Empresa Brasileira de Telecomunicações (Embratel).
- Instituiu o FNT - Fundo Nacional de Telecomunicações, destinado a financiar as atividades da Embratel.
- Em 1967 foi aprovado o Decreto-Lei nº 200 que, entre outros, criou o Ministério das Comunicações.
- **1969** - Brasil inaugura sua primeira estação de comunicação com satélites.



Comunicação via satélite

Anos 70

- Criaram a Telecomunicações Brasileiras S/A - TELEBRÁS, vinculada ao Ministério das Comunicações.
- Neste sentido a TELEBRÁS instituiu em cada estado uma empresa-polo e promoveu a incorporação das companhias telefônicas existentes, mediante aquisição de seus acervos ou de seus controles acionários.
- A TELEBRÁS implantou em Campinas, o CpQD, para o desenvolvimento tecnológico do setor.

3 de abril de 1973

- O pesquisador da Motorola Martin Cooper ligou para um telefone fixo diretamente de uma esquina do centro de Nova Iorque, nos Estados Unidos.
- O aparelho utilizado pesava cerca de um quilo e media 25 cm de comprimento por 7 cm de largura, com uma bateria que se esgotava após 20 minutos de conversa.
- A invenção, entretanto, só passou a ser comercializada 10 anos mais tarde, em 1983, quando a própria Motorola lançou no mercado mundial o modelo DynaTAC 8000X.



Anos 80

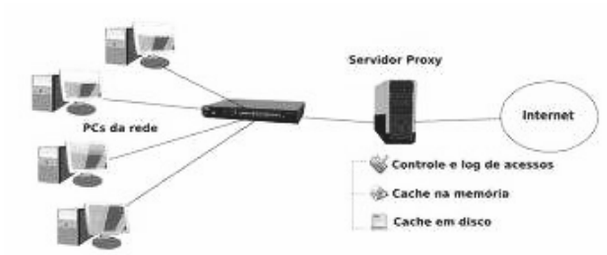
- A TELEBRÁS era responsável pela operação de mais de 95% dos terminais telefônicos em serviço e o restante por apenas 5 empresas de serviços telefônicos não pertencentes ao Sistema TELEBRÁS;
- Foram lançados os satélites de comunicações BrasilSat-I em 1985 e o BrasilSat-II em 1986, através dos quais se conseguiu a integração total do território brasileiro, levando sinais de telefonia, telegrafia e televisão a todas as regiões do País.



Anos 90

- Iniciaram-se as instalações do Sistema de Telefonia Móvel Celular e de Rede Inteligente.
- Centrais de comutação telefônica digital, que permitem grande variedade de serviços não disponíveis nas centrais convencionais;
- Fibra-óptica, que permite altíssima capacidade de transmissão de informações;
- Sistema de comunicação de dados e textos, permitindo a interligação de terminais e computadores à rede telefônica.
- 1998: Sistema TELEBRÁS foi privatizado.

1995 - Abertura do setor privado da Internet para exploração comercial no Brasil.



Atualidades

- Voip (voz sobre IP);
- Transmissão de dados em altíssima velocidade;
- Telefonia celular de terceira/quarta geração;
- Integração: voz, dados e vídeo em uma única rede.

2. Sistema de Comunicação

O conceito de sistema é bastante difundido no pensamento científico, aparecendo em campos tão distintos como engenharia, biologia, astronomia, etc. Um sistema é um conjunto de entidades que funciona de modo integrado, visando uma finalidade que nenhuma das entidades conseguiria realizar isoladamente.

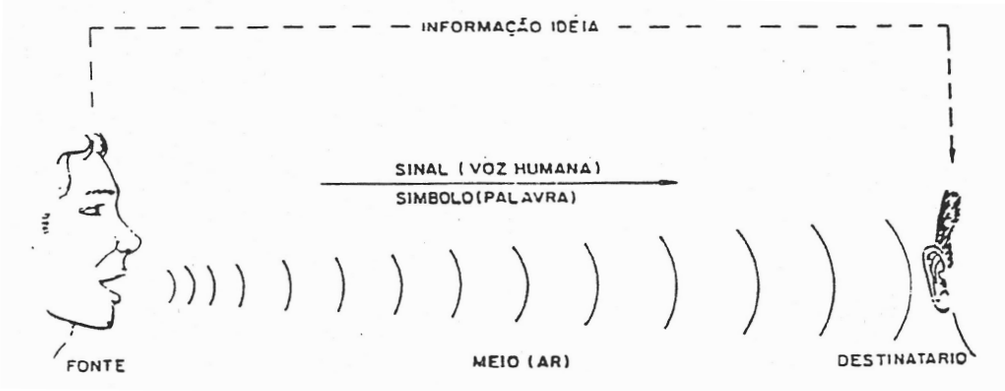
O exemplo que mais nos interessa é o sistema de comunicações e que pode ser visualizado e descrito a seguir.

O interesse do homem em se comunicar é tão antigo quanto à sociedade humana. Na vida cotidiana, deparamo-nos com muitas formas de comunicação, por exemplo, a conversação, os anúncios luminosos, a imprensa, o serviço postal, o rádio, a televisão etc.

Tomemos o exemplo da conversação, para compreender, em termos mais precisos, o processo da comunicação.

Um Homem tem uma idéia e, para expô-la, usa a palavra falada. O interlocutor ouve a palavra falada, reconhece a idéia e esse conhecimento passa a ser partilhado por ambos. Temos assim, estabelecido o processo de comunicação.

Existe ainda a considerar, a presença de um meio de comunicação, que é o meio físico entre a fonte e o destinatário, que permite a transmissão do sinal. No exemplo da conversação humana, se os dois interlocutores estão próximos, está sendo usado como meio físico o ar, que permite a propagação do sinal acústico da voz. Se os dois interlocutores estão distantes e usam um telefone para conversação, o meio utilizado é o sistema telefônico.



Um sistema de comunicação é um conjunto completo de fonte, meio e destinatário, apropriado para um processo de comunicação, isto é, tal que por ele possa fluir um sinal capaz de formar símbolos e transportar informação. Estes elementos básicos podem ser reconhecidos em qualquer sistema de comunicação. Por exemplo, tomemos a correspondência postal:

a) A fonte é quem escreve a carta;
b) O meio é a própria carta (mais precisamente, o papel da carta);
c) O destinatário é a quem se destina a carta e que a recebe e a lê;
d) O sinal é a marca impressa à tinta no papel;
e) O símbolo é a palavra escrita;
f) A informação é a idéia transcrita.

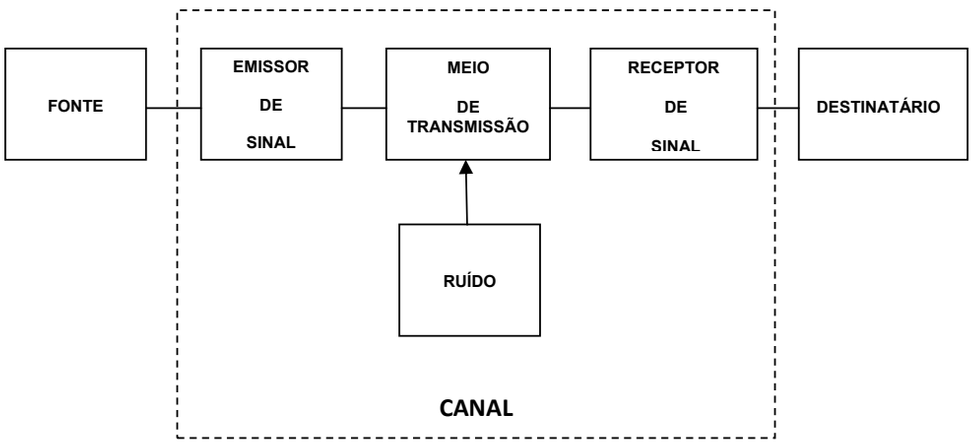
3. Sistema de Telecomunicações

Apesar de existirem formas de comunicação desde tempos imemoriais, o homem sempre teve dificuldade em conseguir transmitir a informação para distâncias grandes. Assim a conversação e os anúncios luminosos só são eficientes para distâncias curtas. Por outro lado, a imprensa e o seviço postal atingem pontos distantes, mas se gasta muito tempo no transporte da informação.

Foi apenas quando passou a dominar as técnicas da eletricidade e da eletrônica que o homem conseguiu se comunicar a distância e com rapidez, como por exemplo, pelo telefone, pelo rádio, pela televisão e a internet.

Com o desenvolvimento da tecnologia, houve tal especialização que se sentiu a necessidade de conceituar mais especificamente o sistema de telecomunicações como o conjunto de técnicas de transmissão de informações à distância, através de recursos tecnológicos da eletricidade e da eletrônica.

Assim um sistema de telecomunicações tem a seguinte forma:



O bloco emissor de sinal engloba todos os equipamentos que tratam o sinal original até compor o sinal elétrico que vai ser enviado pelo meio de propagação. O bloco de receptor tem uma função inversa, isto é, capta o sinal transmitido pelo meio de propagação e tratá-lo de modo a entregá-lo ao destinatário, de modo adequado.

A figura em pontilhado inclui um bloco referido como ruído: ocorre que no meio de propagação a energia útil é contaminada por perturbações externas, referidas como ruído.

No domínio das comunicações humanas, observa-se que diversas linhas de desenvolvimento tecnológico foram adotadas, cada uma destinada a resolver um problema específico. Por este motivo, deparamos com uma terminologia especializada distinguindo técnicas, tais como:

a) Telefonia – para transmissão da voz humana ou de sons à distância;

b) Televisão – para transmissão de imagens dinâmicas à distância.

c) Dados - com o advento do computador houve a necessidade de comunicação entre computadores à distância;

4. Comunicação Analógica e Digital

4.1. Componentes Básicos de Comunicação

Você conhecerá os sistemas analógicos e digitais, a compactação e multiplexação, a modulação e os modems, além dos meios de transmissão.

O objetivo é apontar as características dos sinais, os meios de transmissão utilizados e mecanismos para transmiti-los e melhor aproveitar os meios.

4.1.1. Sistemas Analógicos e Digitais

- Dois pontos distintos que estabelecem comunicação.
- Todo processo de comunicação exige regras. Essas regras, em telecomunicações, são chamadas de Protocolos.

Podemos citar alguns exemplos de protocolos:

− A conversa entre duas pessoas exige regras para falar e ouvir, volume de voz, linguagem, idioma, etc.

− Para se falar ao telefone é necessário interpretar os sinais de discar, de chamada, de ocupado, etc., encaminhados pela central telefônica, e proceder adequadamente.

- O meio físico onde os sinais se propagam é o Meio de Transmissão.

  Podem-se conectar equipamentos num mesmo local ou em locais geograficamente distantes. O meio pode ser de vários tipos, dependendo da aplicação, características de qualidade e restrições de investimentos e custo.

- As informações são representadas por sinais. Os sinais podem ser analógicos ou digitais.

  Os analógicos foram os primeiros a serem utilizados nos sistemas telefônicos.

  Os digitais foram introduzidos com o advento do computador.

- O Modem faz a adequação dos sinais digitais aos meios de transmissão.
- O multiplexador combina tráfegos de múltiplos dispositivos, numa mesma via de comunicação, para aproveitar melhor os meios de transmissão. Pode combinar sinais de diferentes naturezas, como: voz, dados, imagem e vídeo.
- A informação que trafega num sistema de telecomunicações pode ser de várias formas e origens. A voz, uma mensagem, uma imagem, um vídeo ou uma combinação desses tipos de informações, etc.

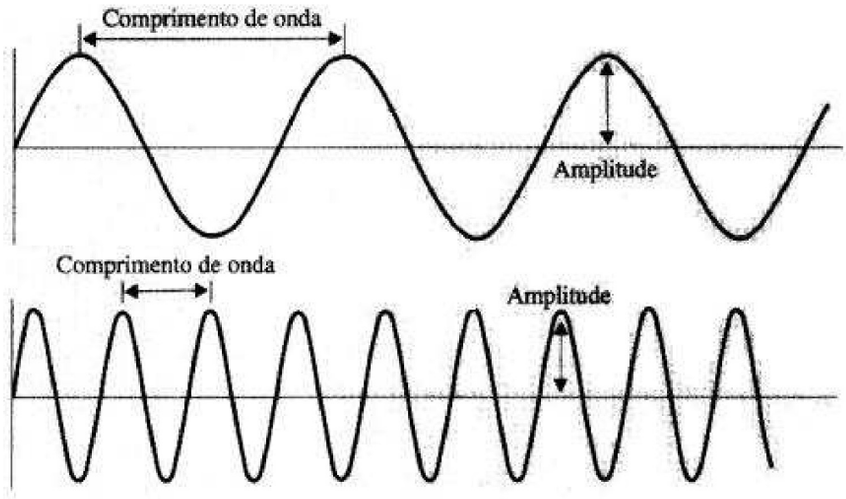
Existem dois tipos de sistemas: Analógicos e Digitais.

4.1.1.1. Sistemas Analógicos

- **Sinal elétrico analógico**

  O sinal elétrico variável pode ser entendido como uma onda gerada pela variação de uma tensão elétrica que se propaga por um meio de transmissão, que pode ser um fio de material condutor ou o espaço quando a onda PE irradiada por antenas.

O sinal elétrico variável básico é uma onda analógica que possui variação constante e estável, conhecida como onda senoidal. As variações da onda senoidal produzem sinais analógicos dos mais diferentes formatos, constituídos por diversas ondas senoidais ou harmônicas.



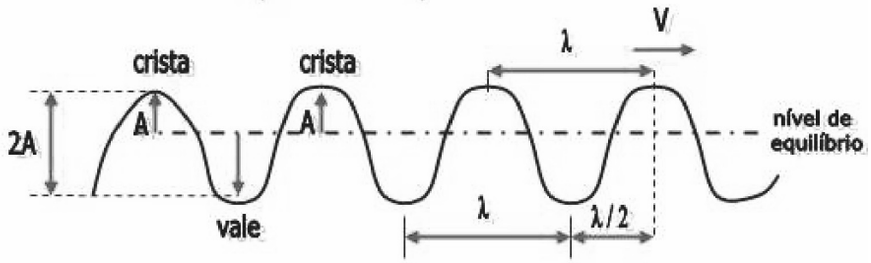
A onda senoidal possui um padrão que se repete.

- O padrão que se repete é chamado ciclo.
- **Amplitude** da onda é a sua altura, medida em volts no caso de ondas elétricas;
- **Comprimento de onda (λ)**: distância entre dois pontos equivalentes, pertencentes a dois pulsos consecutivos;
- **Frequência (f)**: taxa de repetição de uma determinada vibração. A frequência de uma onda é a frequência de vibração da fonte que a produziu, medida em hertz (Hz = ciclos por segundo);
- **Período (T)**: tempo necessário para completar uma vibração, ou seja, para obter-se uma oscilação completa. O período é o inverso da frequência e vice-versa.

Matematicamente temos: $f = \frac{n}{\Delta t}$

Caso n = 1, Δt será = à T, logo:

$$f = \frac{1}{T} \text{ ou } T = \frac{1}{f}$$

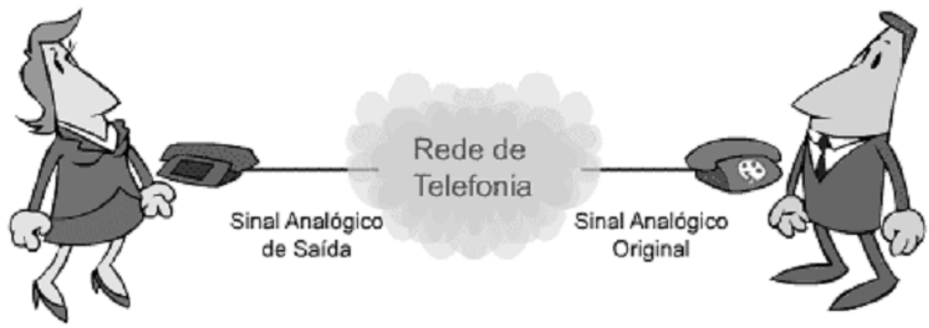


Caso a unidade de tempo seja o segundo, teremos:

$$\text{unid}(f) = \frac{1}{s} = s^{-1} = \text{hertz (Hz)}$$

Nos sistemas analógicos, os sinais que trafegam mantêm semelhança ou analogia com os sinais originais.

Como funciona um telefone comum?

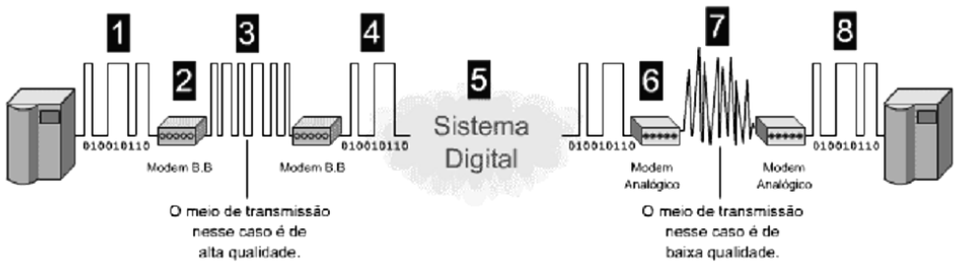


- O microfone converte as ondas de som, que vêm de sua boca, em sinais elétricos.
- Do outro lado, o alto falante no fone de ouvido converte novamente esses sinais elétricos em ondas sonoras.
- Os sinais elétricos trafegam pela linha telefônica por meio de oscilações de voltagem, podendo, assim, representar as ondas sonoras em sua frequência e altura (amplitude).
- Esses sinais são chamados de ANALÓGICOS, pois é uma analogia elétrica do som de sua voz.

4.1.1.2. Sistemas Digitais

Nos sistemas digitais, os sinais são transformados numa sequência de bits, independentemente do tipo de sinal de entrada.

Î



- O computador, ou outro dispositivo digital, se comunica por meio de bits. Os bits são representados, nos sistemas digitais, através de diferentes níveis de voltagem ou de corrente, para corresponder ao zero e ao um.
- Os Modems Banda de Base são utilizados em meios de transmissão de alta qualidade.
- O sinal digital é codificado em outro sinal digital menos imune às degenerações do meio de transmissão.
- Do outro lado da linha, o sinal é decodificado, restabelecendo o sinal digital original.
- O sistema digital trabalha o sinal na forma digital.

- Os bits são transformados em variações de uma portadora (modulação). Essas variações podem ser na amplitude, na frequência, na fase ou em combinações dessas grandezas. Neste exemplo, a técnica de modulação/demodulação utilizou a variação da frequência da portadora.
- Do outro lado da linha é restabelecido o sinal digital original (demodulação).

Nos sistemas analógicos, os sinais mantêm analogia com os sinais originais.

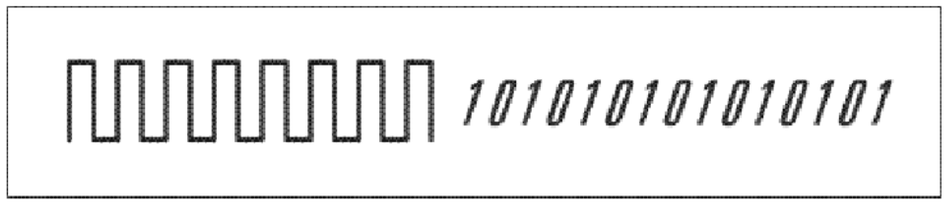
Já nos sistemas digitais, os sinais sempre são transformados, na transmissão, numa sequência de bits e interpretados, na recepção, para recuperarem as informações originais.

4.1.1.3. Aspectos referentes a cada sistema

- **Sistemas Analógicos**
  - ✓ O termo “analógico” significa: que tem analogia ou semelhança.
  - ✓ As pessoas falam em formato de ondas analógicas.
  - ✓ As palavras faladas são transmitidas no ar como ondas sonoras analógicas.
  - ✓ A forma como os sinais analógicos viajam é expressa em frequência, que é o termo que define a taxa com que os sinais de telecomunicações e as correntes elétricas se alteram.
  - ✓ A frequência refere-se ao número de vezes por segundo que uma onda oscila em um ciclo completo. Quanto maior a velocidade ou frequência, mais ciclos completos de uma onda são concluídos em um período de tempo.
  - ✓ Essa velocidade ou frequência é expressa em Hertz (Hz). Uma onda que oscila 10 vezes por segundo tem uma velocidade de 10 hertz ou ciclos por segundo.

- **Sistemas Digitais**

O “Bit” (Binary Digit) é a unidade elementar de informação de um sistema digital, podendo assumir os valores 0 – ausência de sinal (sem voltagem) – ou 1 – presença de sinal (com voltagem).



O fato das transmissões digitais funcionarem com esses dois estados é a razão fundamental de uma série de vantagens dos sistemas digitais frente aos analógicos.

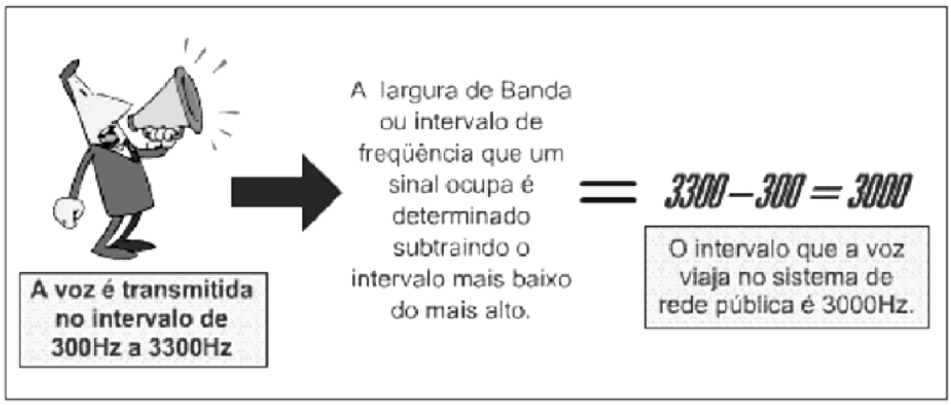
- ✓ Todo sinal, seja analógico ou digital, sofre degenerações e necessita ser regenerado. Os sinais digitais podem ser regenerados de forma mais confiável, pelo fato de um bit ter somente dois estados: ativado ou desativado. Isso não é verdade para os sinais analógicos – é mais complexo recriar uma onda contínua, com uma infinidade de níveis.
- ✓ Um vilão significativo em qualquer sistema de comunicação é o ruído, nas suas várias formas. Além do ruído, também como fatores nocivos, podemos citar a atenuação (enfraquecimento do sinal) e a distorção (alteração da sua forma).
- ✓ É muito mais fácil separar o ruído de um sinal digital (bem como, amplificar e regenerar a sua forma), do que de um sinal analógico, já que o ruído pode ser facilmente confundido com o sinal analógico. A facilidade de regeneração do sinal digital é fundamental para que os sistemas digitais apresentem uma alta qualidade – superior aos sistemas analógicos.
- ✓ Os sistemas digitais são mais confiáveis que os sistemas analógicos, principalmente porque uma menor quantidade de equipamentos é requerida para transmitir e receber o sinal.

- ✓ Uma das razões é que, pelas suas características, os sinais analógicos enfraquecem (atenuam) mais rápido que os sinais digitais e, por isso, necessitam de maior quantidade de regeneradores. Pode-se provar (e é intuitivo) que, quanto maior for à quantidade de elementos num sistema, maior será a probabilidade de problemas ocorrerem e menor a confiabilidade do sistema como um todo.

4.1.2. Largura de Banda

Em telecomunicações, a largura de banda refere-se à capacidade de transmissão e é expressa de formas diferentes para sistemas analógicos e digitais.

O Hertz é uma maneira de medir a capacidade ou frequência dos sistemas analógicos.



As frequências que os sistemas analógicos utilizam são expressas em formas abreviadas.

- Kilohertz ou Khz = milhares de ciclos por segundo.
- Megahertz ou Mhz= milhões de ciclos por segundo.
- Gigahertz ou GHz = bilhões de ciclos por segundo.

Em sistemas digitais, como o RDSI (Rede Digital de Serviços Integrados) e o ATM (Asynchronous Transfer Mode), a velocidade é declarada em bits por segundo.

- Kilobits ou Kbit/s= milhares de bits por segundo.
- Megabits ou Mbps= milhões de bits por segundo.
- Gigabits ou Gbit/s = bilhões de bits por segundo.

4.1.3. Compactação, Multiplexação e Modulação

A Compactação e a Multiplexação são métodos para aumentar a eficiência dos sistemas de comunicação.

A modulação é um mecanismo para adequar os sinais aos meios de transmissão; e os modems são os dispositivos que utilizam essa técnica para adequar os sinais digitais aos meios de transmissão.

4.1.3.1. Compactação

A compactação é uma técnica de aumentar o volume de informações num dado sistema de comunicação, seja na transmissão ou no armazenamento.

Os modems são dispositivos que utilizam bastante a compactação, mediante várias técnicas, como remoção de espaços em branco, imagens ou padrões de informações redundantes.

Com isso, os modems conseguem aumentar o “throughput” – a quantidade de dados úteis enviados numa linha de transmissão.

Em vídeo, a compactação também é muito utilizada e é responsável pela viabilização das videoconferências, largamente utilizadas hoje em dia.

Numa videoconferência, várias técnicas são utilizadas para compactar as informações:

- Objetos fixos, como mesas e cadeiras, não são transmitidos repetidamente;
- Pequenos movimentos, que geram pequenas alterações, podem ser identificados e não exigirem a transmissão da imagem inteira são exemplos dessas técnicas.

Para a compactação funcionar, ambas as extremidades devem utilizar o mesmo método ou algoritmo de compactação e, para tal, existem muitos padrões de compactação que são responsáveis pela interoperabilidade entre dispositivos de diferentes fornecedores.

4.1.3.2. Multiplexação

A multiplexação combina tráfegos de múltiplos dispositivos numa mesma via de comunicação.

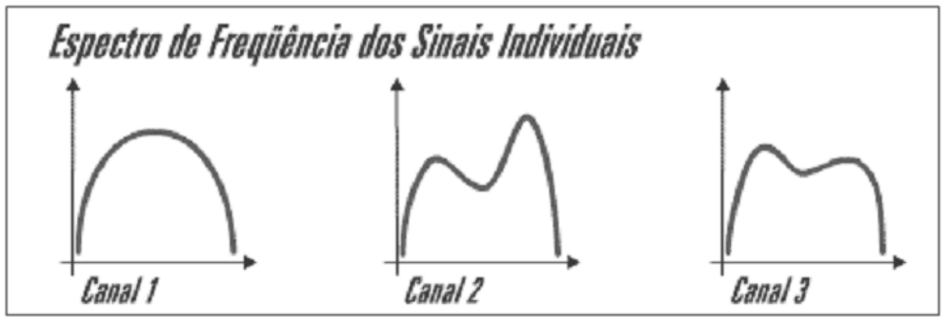
Existem muitas técnicas de multiplexação e são muito utilizadas nas mais variadas formas.

As mais conhecidas são:

FDM – Frequency Division Multiplex

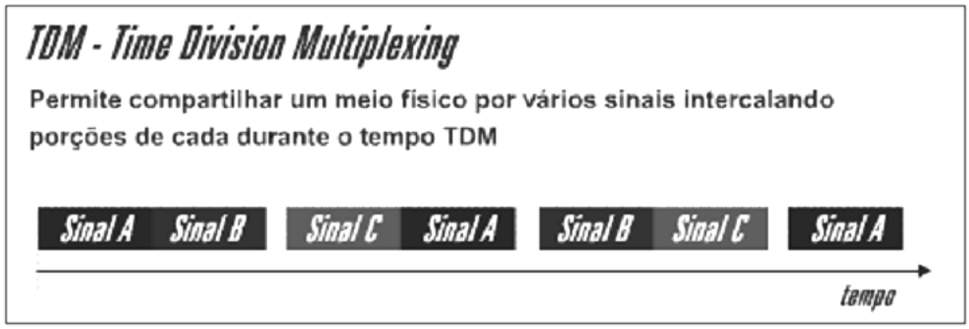
TDM – Time Division Multiplexing.

- A FDM é uma técnica de compartilhamento do meio de transmissão através da divisão do espectro de frequências em canais com portadoras diferentes. Esta é a técnica utilizada nas estações de rádio, onde cada uma ocupa uma faixa do espectro, centrada em uma portadora ou frequência de sintonia. A cada portadora é associado um canal para transmissão de informação. Um sinal pode ser deslocado no espectro de frequências através de técnicas de modulação. Assim, podemos justapor vários sinais, modulando-os em faixas diferentes.





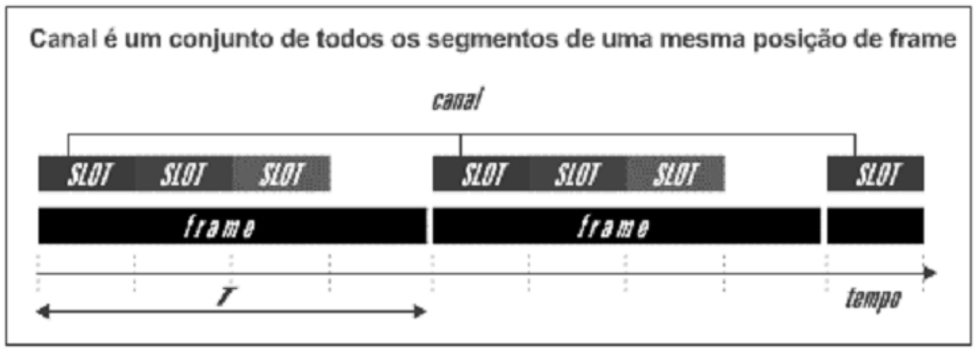
- A TDM pressupõe a divisão do meio em tempos de acesso distintos. Assim, um canal somente pode transmitir em um determinado momento reservado para ele; após isso, ele espera os demais canais transmitirem, até que chegue novamente a sua vez.



Para realizar esta divisão o Mux divide o tempo infinito em intervalos fixos “T“, chamados Frames. Cada Frame é subdividido em subintervalos de tempo (t1, t2,... tn). Cada subintervalo destes é chamado Slot. Assim, um Frame contém vários Slots.

Normalmente, dentro de um tipo de meio de transmissão com capacidade definida, os Frames são montados, de forma que cada intervalo de transmissão corresponda à transmissão de um bit.

Um canal é um espaço de transmissão aberto a uma estação. Um canal pode ocupar um ou mais slots. Um canal com dois slots possui duas vezes a banda passante de um canal com um slot. Desta forma, um Frame contém bits de diversos canais.



4.1.3.3. Modulação

É a técnica que permite a alteração de uma ou mais características (amplitude, fase, frequência) de um sinal (chamado portadora, adequado para transmissão no meio disponível), em função das características de um outro sinal (chamado sinal modulador, que contém a informação original).

A modulação é necessária para "casar" o sinal com o meio de transmissão.

O processo de modulação consiste numa operação realizada sobre o sinal ou dados a transmitir e que produz um sinal apropriado para a transmissão sobre o meio em questão. A escolha da técnica de modulação permite “moldar” as características do sinal a transmitir e adaptá-lo às características do canal.

Entre outros aspectos, a operação de modulação permite:

- Deslocar o espectro do sinal a transmitir para a banda de frequências mais apropriada ou disponível.

- Tornar o sistema de transmissão mais robusto, relativamente a algum tipo de ruído e/ou interferência.

- Adaptar a sensibilidade do receptor às características do canal.

Muitas e diferentes técnicas de modulação são utilizadas para satisfazer as especificações e requisitos de um sistema de comunicação.

Independente do tipo de modulação utilizado, o processo da modulação deve ser reversível, de modo que a mensagem possa ser recuperada no receptor, pela operação complementar da demodulação.

As técnicas de transmissão dividem-se em dois grandes grupos: as técnicas destinadas à transmissão de sinais analógicos e as técnicas

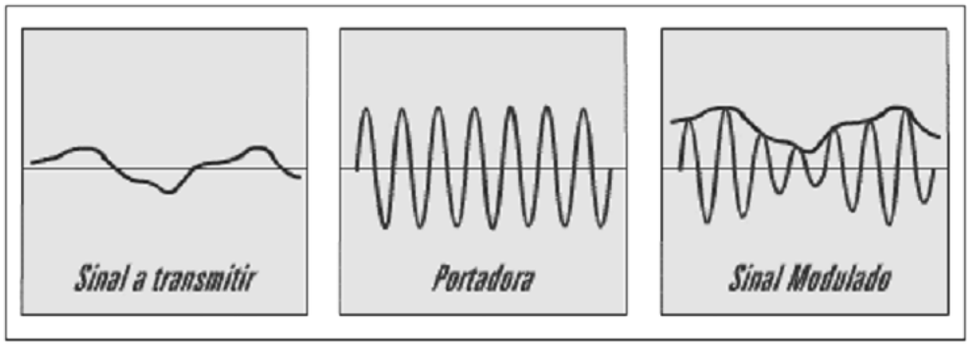
destinadas à transmissão de dados digitais. Nos dois grupos, a transmissão pode ser efetuada em banda base (na própria frequência do sinal original) ou com recurso de portadoras.

A transmissão de sinais analógicos em banda base está, normalmente, limitada a sistemas de transmissão em curtas distâncias, uma vez que esta solução é muito pouco imune aos efeitos do ruído e interferência. Um exemplo da utilização desta solução é o da transmissão de voz entre os telefones e as centrais da rede telefônica convencional.

- **Transmissão analógica**

A transmissão de sinais analógicos, recorrendo a técnicas baseadas na modulação de portadoras, é muito utilizada na difusão de som (radiodifusão) e sinais de televisão. As duas principais técnicas são a modulação de amplitude (AM) e a modulação de frequência (FM).

- ✓ Modulação de Amplitude de Sinais Analógicos (AM – Amplitude Modulation).

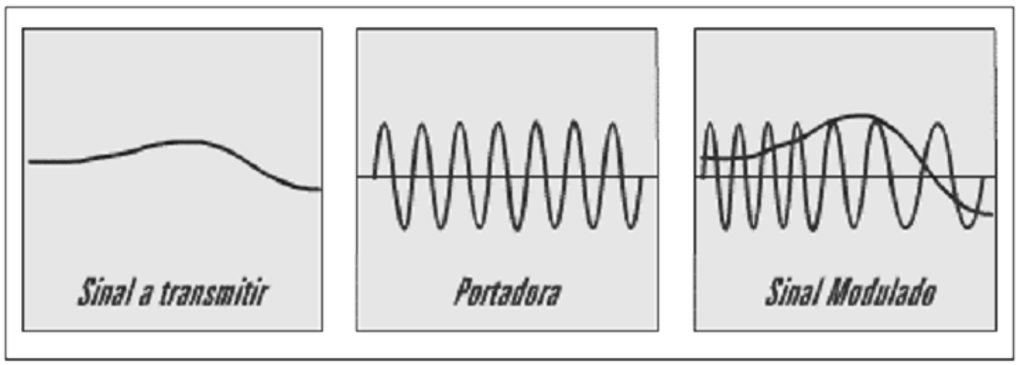


Nesta técnica, o sinal a transmitir (moduladora) é veiculado na amplitude de uma portadora de frequência, que pode ser elétrica, eletromagnética ou óptica, isto é, a amplitude da portadora varia de forma diretamente proporcional à amplitude do sinal a transmitir.

Os sinais modulados em AM são muito sensíveis ao ruído e interferências, uma vez que a informação é transportada pela amplitude da portadora.

- ✓ Modulação de Frequência de Sinais Analógicos (FM – Frequency Modulation)

A modulação em frequência consiste em fazer variar a frequência de uma portadora, de forma diretamente proporcional à amplitude do sinal a transmitir.



Os sinais modulados em FM são mais imunes ao ruído e à interferência que os sinais AM, uma vez que a informação é transportada pela frequência instantânea do sinal modulado e não pela amplitude da portadora. Assim, nos sistemas de transmissão em que é necessária uma maior qualidade do sinal (relação sinal-ruído) é utilizada normalmente a modulação em frequência.

- **Transmissão digital**

Nos sistemas de transmissão digital, os sinais podem ser transmitidos utilizando-se técnicas de modulação em banda base ou técnicas baseadas em portadoras.

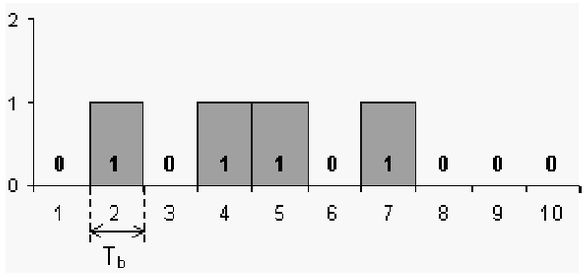
- ✓ **Transmissão em banda base**

Na transmissão em banda base digital, o sinal digital original é transformado numa outra sequência digital, mais apropriada à transmissão.

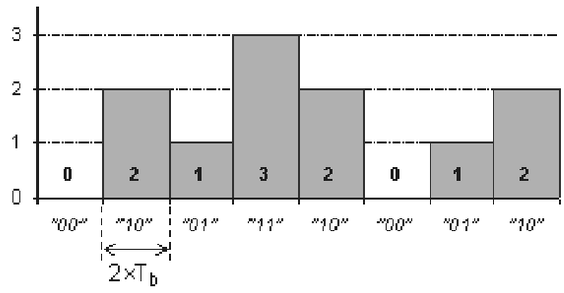
Uma visão simplificada de mecanismos utilizados é apresentada abaixo:

Transmissão em banda base

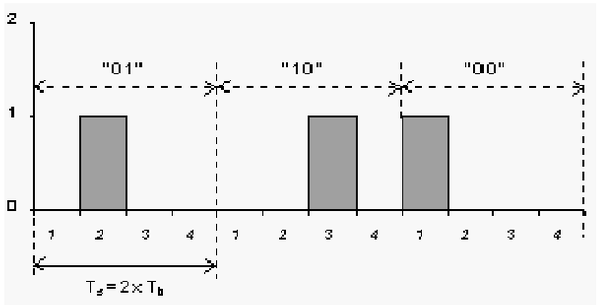
OOK – *On-Off-Keying*



PAM – *Pulse Amplitude Modulation*



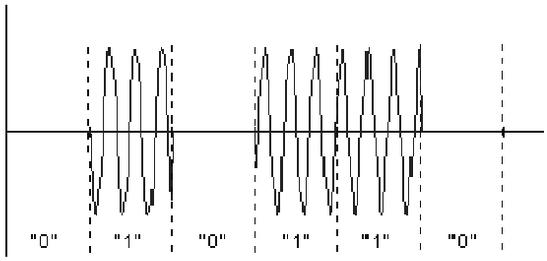
PPM – *Pulse Position Modulation*



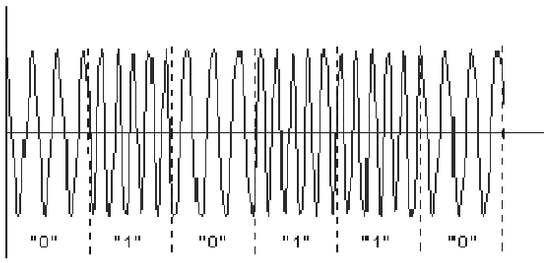
✓ **Transmissão digital com Portadoras**

As técnicas de transmissão digital com portadoras consistem em fazer variar uma das características de uma onda senoidal ao longo do tempo, de acordo com os dados a transmitir. Essas características são a amplitude, a frequência e a fase.

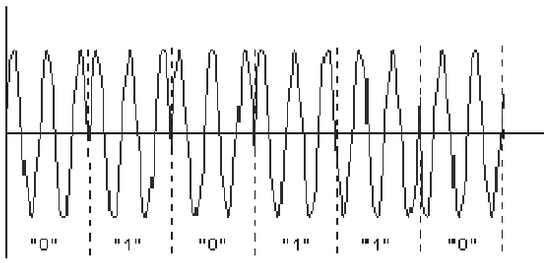
ASK – *Amplitude Shift Keying*



FSK – *Frequency Shift Keying*



PSK – *Phase Shift Keying*

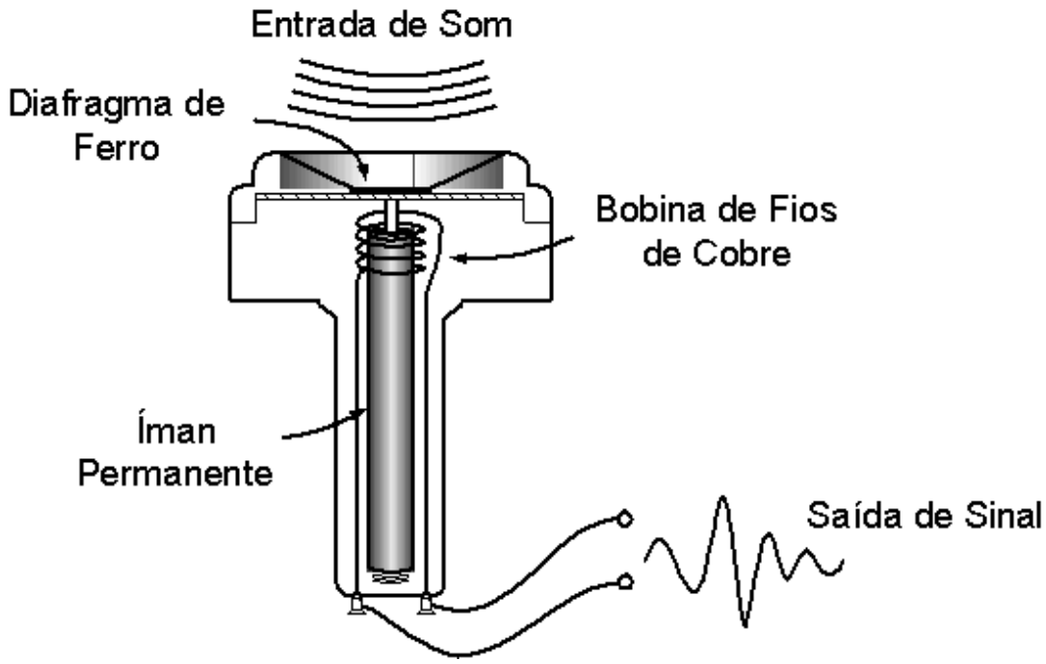


5. Redes de Telefonia

5.1. Comutação telefônica

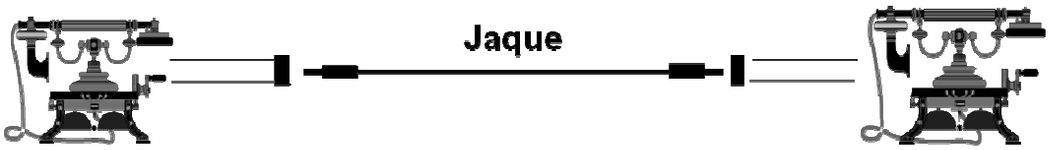
- O aparelho telefônico

Em 1876, Alexander Graham Bell construiu o primeiro Telefone.

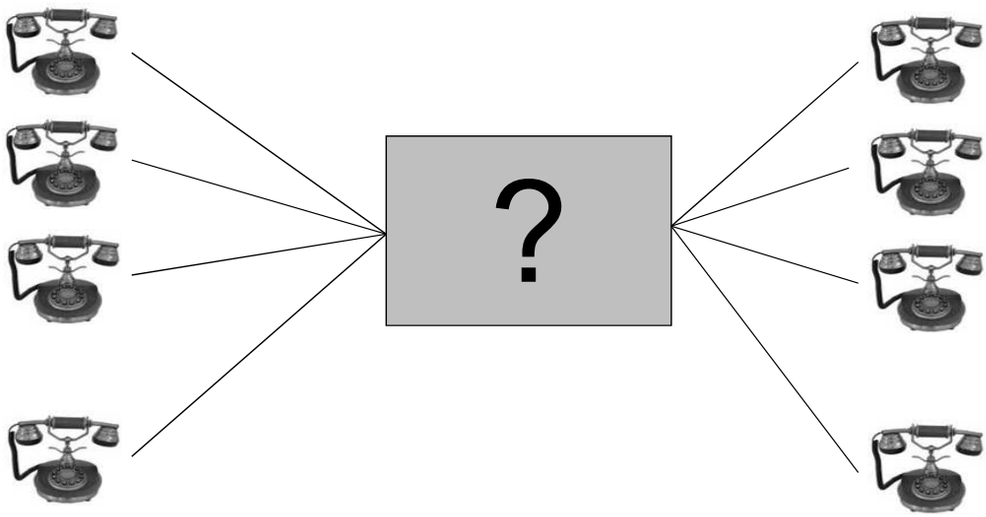


No início, as ligações telefônicas eram realizadas fim-a-fim de um telefone ao outro.

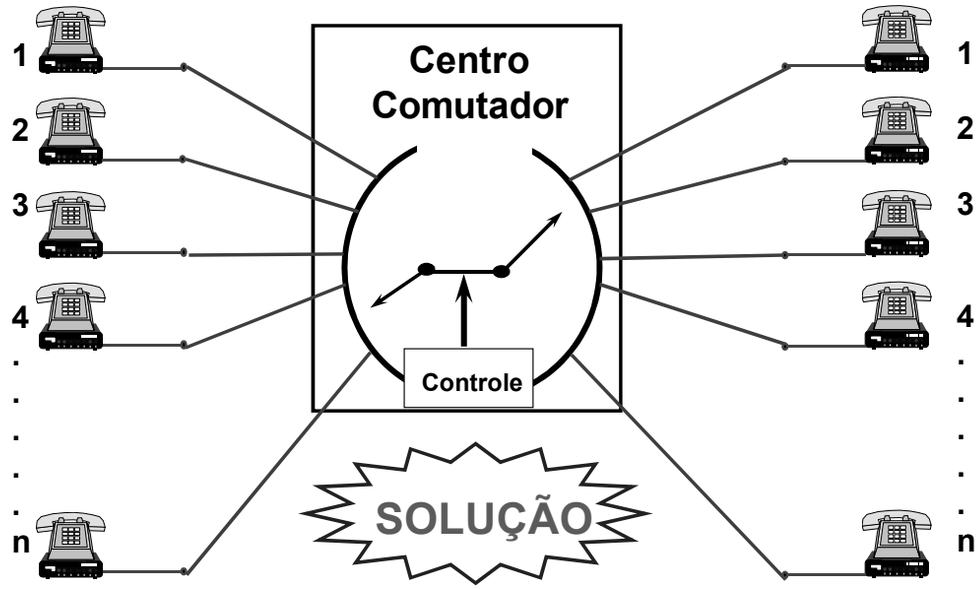




- O primeiro grande problema a solucionar foi interligar um grande número de telefones...



- Solução

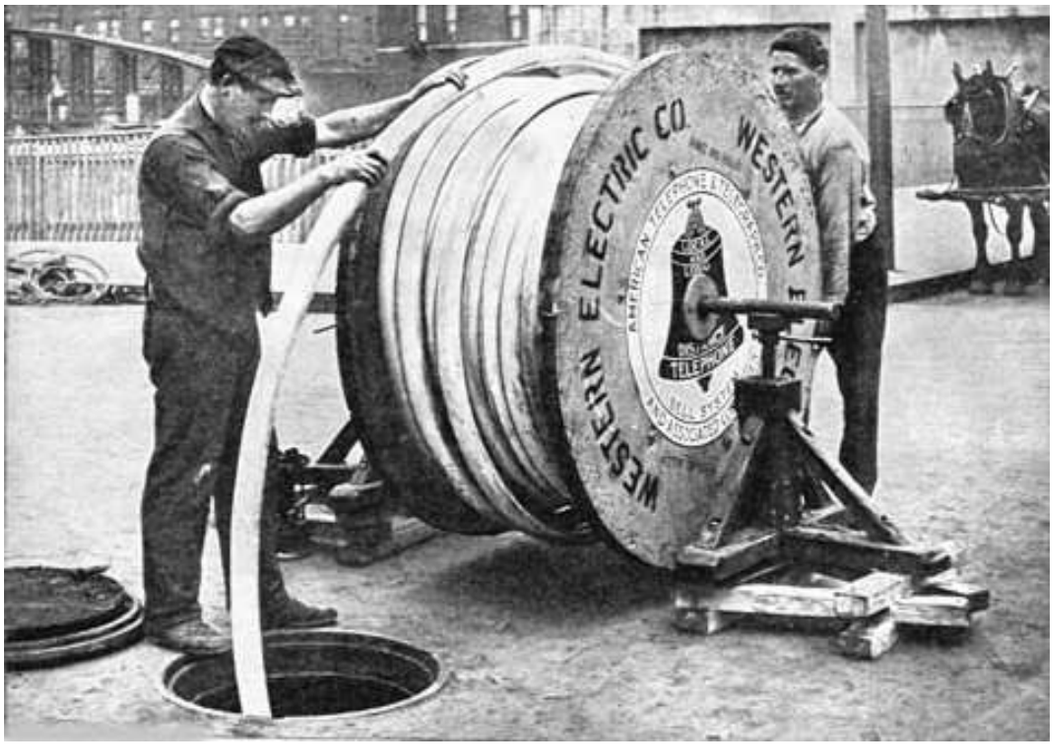


- Surgiram então as primeiras Companhias Telefônicas operadas manualmente.

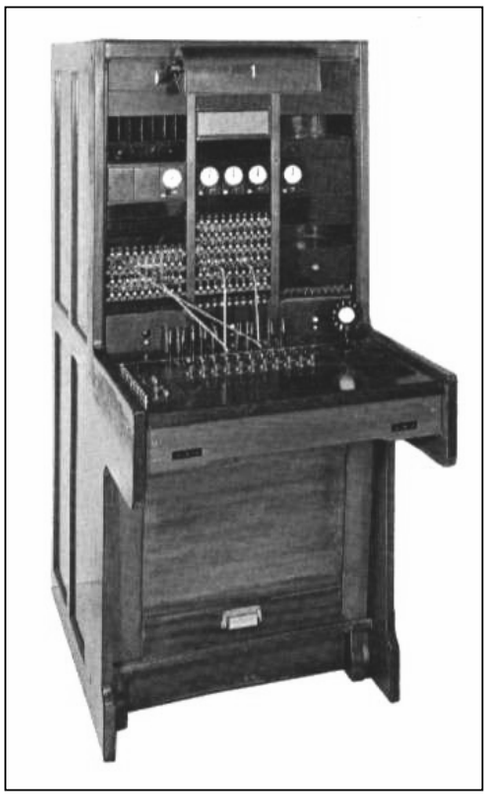


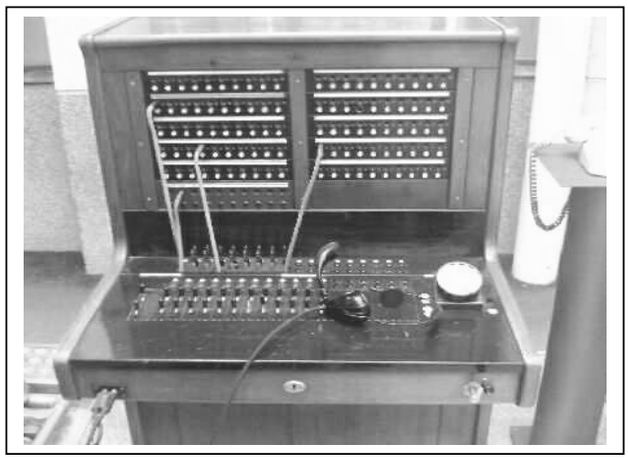
Nestas Companhias, todas as ligações telefônicas eram feitas manualmente no Quadro de Comutação Manual. O Cliente Chamador, quando levantava o monofone, comunicava com a Telefonista no Centro Manual de Comutação que, depois de saber o número do Cliente Chamado, interligava manualmente as respectivas linhas, para completar o circuito e estabelecer a chamada.

- Grandes investimentos foram feitos. Aqui se observa a instalação de um cabo telefônico para atender 1200 assinantes.

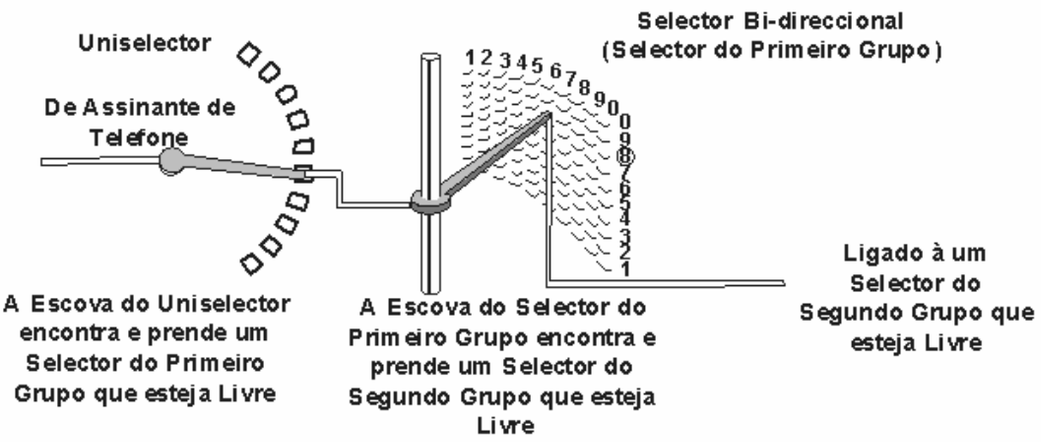


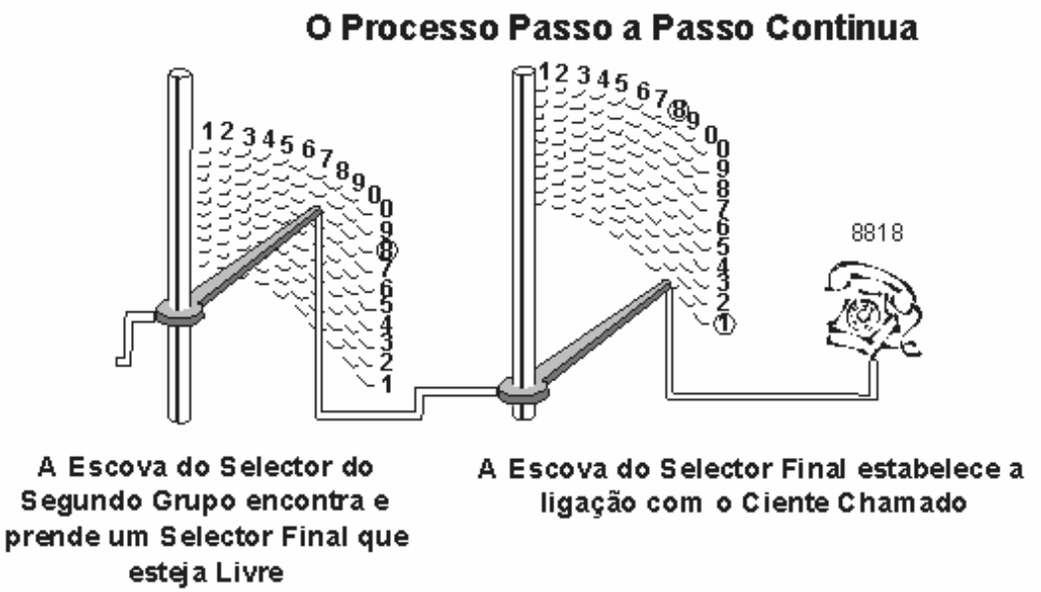
- Pequena central telefônica manual



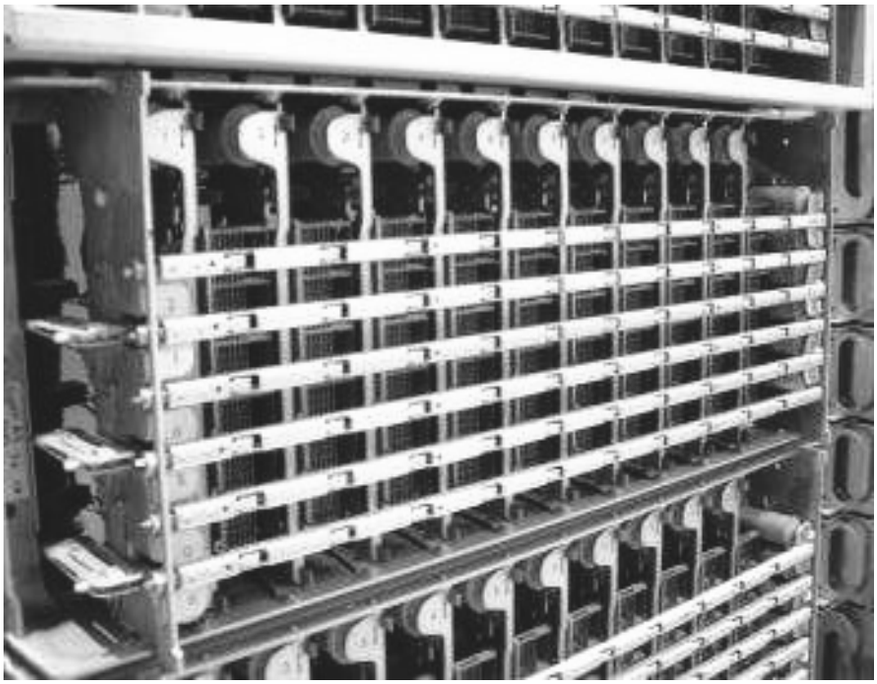


- Com a crescente demanda, surge a necessidade de automatizar o processo manual.
- Por volta de 1900 aparecem às primeiras centrais de **Comutação Automática**.
- Eram centrais eletromecânicas (operadas por relés).
- As primeiras a surgir foram as centrais por seletor rotativo.





- **O Crossbar**
  Em 1953 o Brasil recebeu suas 2 primeiras centrais Crossbar.
  O Crossbar foi uma tecnologia de Comutação eletromecânica [relés] que revolucionou os Sistemas de Comutação Automática entre as décadas de 50 a 70.
  A tecnologia entrou em declínio com o surgimento das centrais digitais CPA.

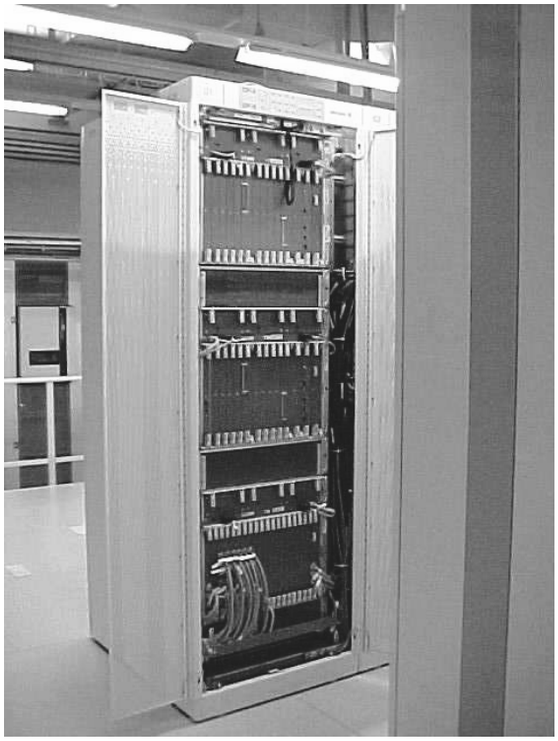


O Crossbar

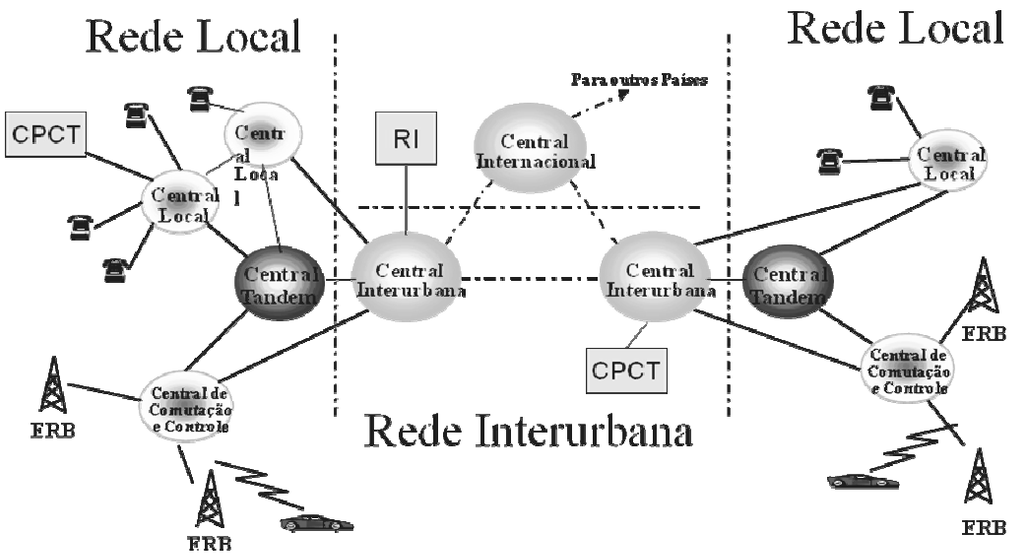
- **CENTRAIS CPA**

  A partir da década de 80, surgiram no Brasil as primeiras centrais digitais controladas por computador.
  As CPAs ou Centrais por Programa Armazenado são utilizadas amplamente até os dias de hoje e oferecem uma série de facilidades.

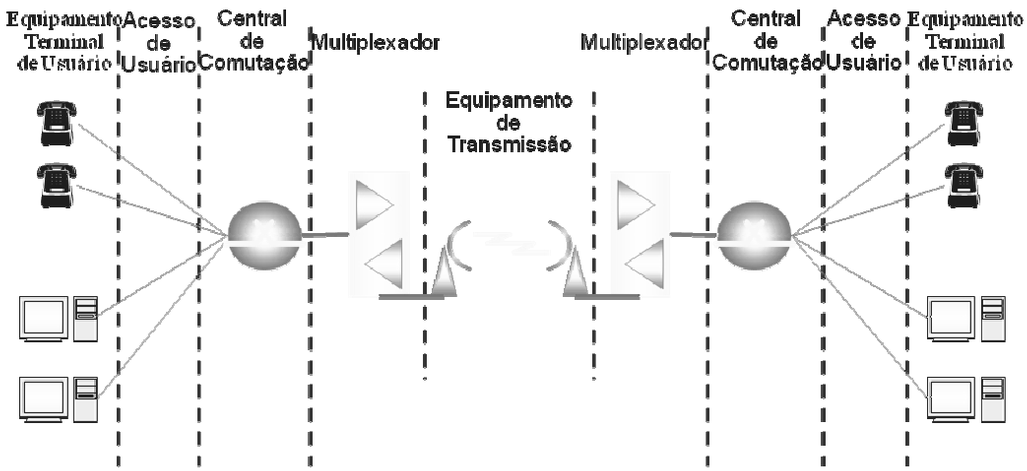
Central CPA



5.2. Rede Telefônica Fixa Comutada (RTFC)



5.3. Composição Básica de uma Rede de Telecomunicações



- **Exemplos de Acessos de Usuários**

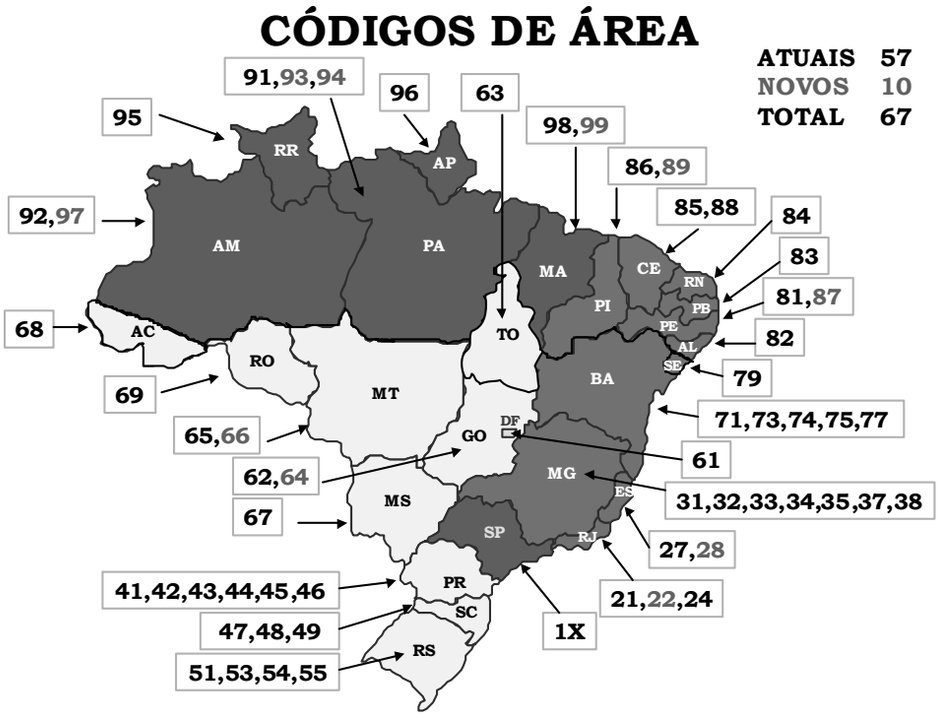
- ✓ Cabos de Pares;
- ✓ Linha Aberta;
- ✓ Rádio Celular;
- ✓ Rádio Ponto a Ponto;
- ✓ Cabo Óptico;

Os acessos de usuários podem receber, adicionalmente, um equipamento de multiplexação, a fim de aperfeiçoar o meio utilizado.

5.4. Plano de Numeração

O Plano de Numeração determina como os assinantes são designados por números.

Cada país integrado à rede mundial tem seu código internacional.



- **Códigos de acesso**

Sequencia numérica que permite que um terminal seja identificado de forma unívoca em todo o mundo.

- **Código Internacional**

Para que isto seja possível a União Internacional de Telecomunicações (UIT) estabeleceu recomendações para atribuição e administração dos recursos de numeração e padronizou os códigos de cada país (country code).

País	Código do país
Alemanha	49
Argentina	54
Brasil	55
China	86
Estados Unidos	1
Iraque	964
Japão	81
Portugal	351

- **Numeração**

No Brasil, a cada assinante do serviço telefônico foi atribuído um código de acesso de assinante, ou número telefônico, formado de 8 dígitos (N8+N7+N6+N5+N4+N3+N2+N1) que é discado quando a ligação é local. Em algumas regiões do Brasil utiliza-se ainda um código de 7 dígitos.

Normalmente os primeiros 3 ou 4 dígitos correspondem ao prefixo da central telefônica local a qual o assinante está conectado e os 4 últimos dígitos ao número do assinante na rede de acesso desta central.

Para ligações nacionais ou internacionais, é necessário que sejam discados códigos adicionais (nacional internacional e seleção de operadora).

• N10+N9 – Código Nacional (DDD) da cidade do assinante chamado (assinante B), a ser discado após o código de seleção de prestadora em chamadas nacionais.

Desta forma, é possível repetir os números de assinantes de forma não ambígua, em cidades diferentes.

Este esquema hierárquico de planejar a numeração é adotado internacionalmente, com pequenas diferenças entre um país e outro. Normalmente a diferença está nos prefixos escolhidos para acesso nacional e internacional, no uso do código de seleção de prestadora, na digitação interrompida por tons intermediários, etc.

O encaminhamento de chamadas dentro de uma rede telefônica flui do assinante para a sua central telefônica local e daí para outras centrais até o assinante chamado, de acordo com o número digitado pelo assinante A.

Para permitir a busca de um assinante na rede mundial, A UIT – União Internacional de Telecomunicações - definiu o Plano de Numeração Internacional, definindo o código de cada país (Brasil 55, EUA 1, Itália 39, Argentina 54, etc.), assim como algumas regras básicas que facilitam o uso do serviço, como o uso de prefixos.

O Regulamento de Numeração do STFC define:

• 0 (zero) como Prefixo Nacional, ou seja, o primeiro dígito a ser discado numa chamada de longa distância nacional.

• 00 (zero, zero) como o Prefixo Internacional, ou seja, o primeiro e segundo dígitos a serem discados numa chamada internacional.

• 90 (nove zero) como o Prefixo de chamada a cobrar.

• N12+N11 – CSP - código de seleção de prestadora – como o código a ser discado antes do código de acesso nacional ou internacional e imediatamente após o Prefixo Nacional ou Prefixo Internacional.

5.5. Linha telefônica

Um breve comentário sobre linha telefônica.

A linha telefônica em estado de repouso, isto e, com o telefone no gancho, está sempre com aproximadamente 50VDC (-48VDC) podendo variar um pouquinho de região para região. Ao retirarmos o telefone do gancho está tensão cai, geralmente para entre 8VDC e 12VDC podendo variar um pouco para mais ou para menos, dependendo do tipo e marca do aparelho de telefone.

A discagem na linha pode ser feita de duas formas:

- Discagem por **TOM**: Neste tipo de discagem, o aparelho injeta um sinal sonoro na linha. Esse sinal tem um tom diferente, dependendo da tecla que e pressionada. Esses sinais são desconhecidos pela central que se encarrega de selecionar o número desejado.
- Discagem por **PULSO**: Na discagem por pulso o telefone irá abrir e fechar a linha rapidamente, a quantidade de vezes que isso acontece corresponde ao número pressionado.

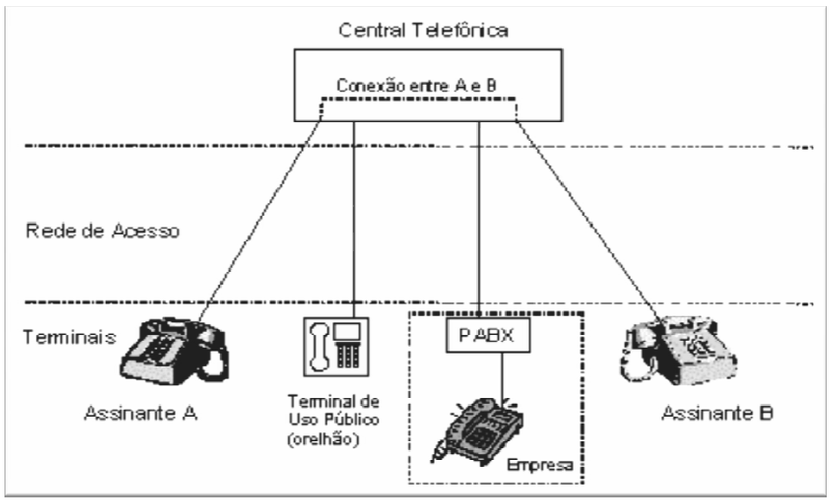
Por exemplo; se pressionarmos o número 5 a linha será levada para baixa tensão durante 5 vezes. A discagem por pulsos e mais antiga do que a discagem por tom e está sendo substituída discagem por tom, pois esta e muito mais rápida.

A campainha do telefone funciona da seguinte forma, quando alguém disca para o telefone, a central envia pulsos para o aparelho de telefone, o que atravessa o capacitor interno que existe em cada aparelho de telefone, fazendo assim disparar o circuito da campainha.

A telefonia é a área do conhecimento que trata da transmissão de voz e outros sons através de uma rede de telecomunicações. Ela surgiu da necessidade das pessoas que estão à distância se comunicarem. (Dic. Aurélio: tele = longe, à distância; fonia = som ou timbre da voz ou voz sobre IP).

Com o aparecimento dos sistemas de comunicação móvel com a Telefonia Celular o termo Telefonia Fixa passou a ser utilizado para caracterizar os sistemas telefônicos tradicionais que não apresentam mobilidade para os terminais.

Abaixo temos um exemplo de ligação de uma linha telefônica e entre centrais:



5.6. Terminal telefônico

O terminal telefônico é o aparelho utilizado pelo assinante. No lado do assinante pode existir desde um único terminal a um sistema telefônico privado como um PABX para atender a uma empresa com seus ramais ou um call Center. Um terminal e geralmente associado a um assinante do sistema telefônico. Existem também os Terminais de Uso Público (TUP) conhecidos popularmente como orelhões, ou simplesmente como TP.

5.7. Rede de acesso

A Rede de Acesso e responsável pela conexão entre os assinantes e as centrais telefônicas. As Redes de Acesso são normalmente construídas utilizando cabos de fios metálicos em que um par e dedicado a cada assinante. Este par, juntamente com os recursos da central dedicados ao assinante e conhecido como acesso ou linha telefônica.

A Anatel acompanha a capacidade de atendimento das operadoras telefônicas através do número de acessos instalados, definido simplesmente como o número de acessos, inclusive os destinados ao uso coletivo, que se encontra em serviço ou dispõem de todas as facilidades necessárias para entrar em serviço.

A tecnologia “wireless” tem sido empregada como forma alternativa de acesso. Uma rede para “Wireless Local Loop (WLL)” e implantada de forma semelhante aos sistemas celulares, com Estacoes Radio Base (ERBs) que, uma vez ativadas, podem oferecer serviço em um raio de vários quilômetros.

A **rede de acesso** composta de rede interna, fio-dropp, rede secundaria e de rede primaria, permite a ligação física dos telefones as centrais de comutação.

· **rede interna**: engloba a fiação interna da casa do assinante ou escritório da empresa até a tomada do telefone.

· **fio-dropp**: e a fiação que vai da tomada onde está conectado o telefone até a caixa de distribuição (CD), que une um feixe de fios.

· **rede secundária**: e o trecho entre a caixa de distribuição e o armário de distribuição (AD), que por sua vez une vários feixes que partem das CD.

· **rede primária**: e o trecho entre o AD e o distribuidor geral (DG), que une vários feixes de cabos vindos dos AD e distribui pela central. Parte da rede que integra os AD já utiliza tecnologia de fibras ópticas.

Quanto à rede, ela pode ser classificada como:

· **rede interna**: conjunto de cabos, acessórios e ferragens que instalados dentro de edificações, permitem as ligações de telecomunicações.

· **Rede externa**: segmento de rede que vai da parte externa das casas ou prédios até a central telefônica, podendo ser caracterizada por cabeamento aéreo ou subterrâneo.
· **rede rígida** ou alimentadora: segmento de rede que parte da central até a caixa de distribuição. Nesse tipo de rede, não há armário de distribuição.

· **rede flexível** ou distribuidora: segmento de rede que parte do armário de distribuição até a caixa de distribuição.

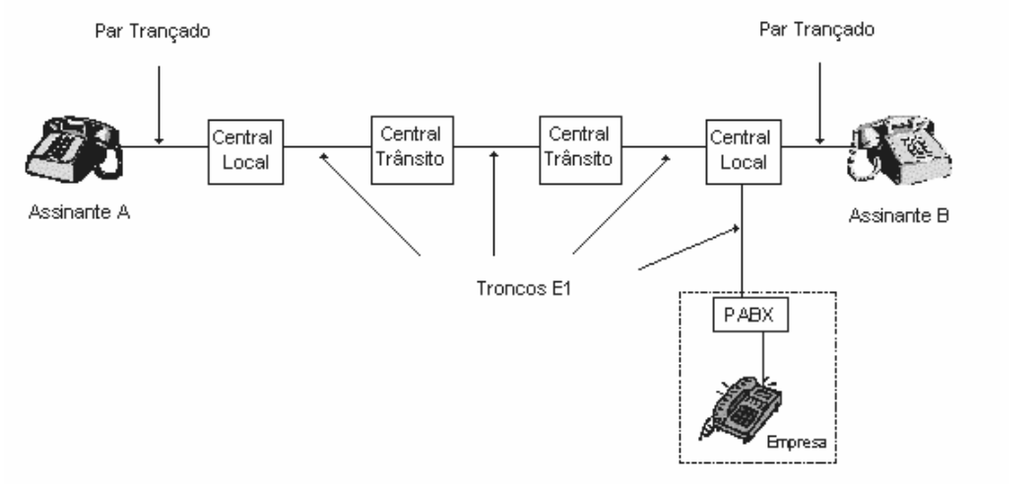
5.8. Central Telefônica

As linhas telefônicas dos vários assinantes chegam as centrais telefônicas e são conectadas entre si quando um assinante (A) deseja falar com outro assinante (B). Convencionou-se chamar de A o assinante que origina a chamada e de B aquele que recebe a chamada. Comutação e o termo usado para indicar a conexão entre assinantes. Daí o termo Central de Comutação.

A central telefônica tem a função de automatizar o que faziam as antigas telefonistas que **comutavam manualmente** os caminhos para a formação dos circuitos telefônicos. A central de comutação estabelece circuitos temporários entre assinantes permitindo o compartilhamento de meios e promovendo uma otimização dos recursos disponíveis.

A central a que estão conectados os assinantes de uma rede telefônica em uma região e chamada de

Central Local. Para permitir que assinantes ligados a uma Central Local falem com os assinantes ligados a outra Central Local são estabelecidas conexões entre as duas centrais, conhecidas como **circuitos troncos**.



Em uma cidade podemos ter uma ou várias Centrais Locais. Em uma região metropolitana pode ser necessário o uso de uma **Central Tandem** que está conectada apenas a outras centrais, para aperfeiçoar o encaminhamento do tráfego. As centrais denominadas Mistas possuem a função local e a função Tandem simultaneamente.

Estas centrais telefônicas locais estão também interligadas a Centrais Locais de outras cidades, estados ou países através de centrais de comutação intermediarias denominadas de Central Trânsito.

As Centrais Trânsito são organizadas hierarquicamente conforme sua área de abrangência sendo as Centrais Trânsito Internacionais as de mais alta hierarquia. É possível de esta forma conectar um assinante com outro em qualquer parte do mundo.

Para que um assinante do sistema telefônico fale com o outro é necessário que seja estabelecido um circuito temporário entre os dois. Este processo, que se inicia com a discagem do número telefônico do assinante com quem se deseja falar, é denominado: chamada ou ligação telefônica.

5.9. Sinalização

Para que a chamada seja estabelecida o sistema telefônico tem que receber do assinante o número completo a ser chamado, estabelecer o caminho para a chamada e avisar ao assinante que existe uma chamada para ele. O sistema que cumpre estas funções em uma rede telefônica é chamado de sinalização.

A sinalização entre o terminal do assinante e a central local é transmitida por abertura e fechamento do circuito da linha telefônica (pulso) ou pelo envio de sinais em frequências específicas (tom).

- ✓ **Entre estes sistemas podemos citar:**

- ✓ Sinalização decádica - a antiga sinalização gerada pelos discos telefônicos ou por circuitos geradores de pulsos, • Sinalização DTMF - os tons de discagem (touch tones) usados nos telefones convencionais atuais, • Sinalização acústica - as cadências do tom de 425 Hz que se ouvem ao colocar o onofone ao ouvido,
- ✓ Sinalização por canal associado ou "Sinalização associada ao canal" - CAS, utilizada em enlaces PCM,
- ✓ Sinalização por canal comum - conhecida por Sistema de Sinalização por Canal Comum N°7 (CCITT N°7 ou ITU-T N°7,
- ✓ MF
- ✓ MFC
- ✓ Sinalização de linha • Sinalização entre Registradores ou Sinalização "de Registro".

- ✓ **Sinalização Decádica**

A sinalização decádica era (e ainda pode ser) utilizada para o envio de informações - dados numéricos - do telefone para as centrais telefônicas automáticas. Estas informações permitiam a conexão do aparelho originador da chamada com o aparelho destino, identificado pelos números discados. Originalmente esta sinalização era gerada por um "disco" que abria o circuito periodicamente gerando um trem de pulsos de acordo com o número selecionado no disco telefônico.

Foi à discagem decádica que permitiu a automação das centrais, tornando desnecessária a intervenção de um operador para efetuar manualmente a comutação entre os assinantes. Posteriormente o disco foi substituído por teclados que geravam os mesmos trens de pulsos.

Atualmente a maioria dos telefones utiliza a sinalização DTMF para envio do número chamado para a central. Ainda assim a sinalização decádica ainda é reconhecida pelas centrais, tanto analógicas quanto digitais. Muitos telefones com discos e sinalização decádica ainda são utilizados pelo mundo.

- ✓ **Sinalização DTMF**

DTMF é a sigla em inglês de "Dual-Tone Multi-Frequency", os tons de duas frequências utilizados na discagem dos telefones mais modernos. Nos primeiros telefones a discagem era feita através de um "disco" que gerava uma sequência de pulsos na linha telefônica ("discagem decádica" ou "discagem usando sinalização decádica"). Ao se ocupar a linha, o "laço" ("loop") era fechado e, ao se efetuar a discagem, ocorriam aberturas periódicas deste "laço", tantas vezes quanto o número discado: para a discagem do 1, uma abertura, para a discagem do 2, duas aberturas, e assim sucessivamente até o 0 (zero) que, na verdade, significava 10 aberturas.

Com o advento dos telefones com teclado, das centrais telefônicas mais modernas e com a disseminação dos filtros (primeiro os analógicos, depois os digitais), passou-se a utilizar a sinalização multifrequencial, uma combinação de tons (os DTMFs vulgarmente conhecidos em inglês por touch tones) para discagem.

A sinalização DTMF foi desenvolvida nos laboratórios Bell (Bell Labs) visando permitir a discagem DDD, que usa enlaces sem fio como os de micro-ondas e por satélite.

As frequências destes tons e suas combinações são mostradas na tabela abaixo:

TABELA DTMF				
HZ	**1209**	**1336**	**1477**	**1633**
697	**1**	**2**	**3**	**A**
770	**4**	**5**	**6**	**B**
852	**7**	**8**	**9**	**C**
941	*****	**0**	**#**	**D**

Na tabela acima são mostradas as frequências "altas" na linha superior e as baixas na coluna mais à esquerda. No centro os números do teclado. Nos teclados dos telefones são mostrados apenas os números de 1 até 0 e os caracteres "*" e "#". A frequência de 1633 hertz (e consequentemente os algarismos "A", "B", "C" e "D") é utilizada apenas internamente entre equipamentos de teste e medida.

O tom de discagem final, que é enviado à central, é a frequência obtida do batimento da frequência alta e baixa de certa tecla, por exemplo, para a tecla 5 o tom enviado é a soma de uma senóide na frequência de 1336Hz com outra senóide de 770Hz.

Na central o sinal elétrico é constantemente analisado para detectar a presença simultânea de uma das frequências baixas e uma das frequências altas, quando então a tecla do cruzamento destas duas frequências é identificada pela central.

A escolha destas frequências se deve principalmente pela baixa probabilidade de se produzir estas combinações de frequências com a voz humana.

- ✓ **Sinalização acústica.**

A sinalização acústica em telefonia consiste em uma série de sinais audíveis emitidos da central para o assinante. Como exemplos: tom de discar e tom de ocupado.

- ✓ **Sinalização por canal comum**

Sinalização por canal comum é uma forma moderna de sinalização telefônica e não mais está associada fisicamente aos troncos pelos quais a voz trafega.

Usa-se um dado canal de um dado tronco E1, como um canal de dados de 64 Kbps, e por ele trafega-se toda a sinalização telefônica numa forma totalmente digital e estruturada, correspondente a uma grande quantidade (milhares) de canais de voz de vários troncos E1.

O protocolo atual deste tipo de sinalização é o de número 7, sigla SCC7, para Sinalização por canal comum número sete. Esta sinalização consiste de uma Parte de Transferência de Mensagens (MTP) e várias Partes de Usuário (UP). A Parte deste protocolo que é usada para o Usuário de Telefonia é o de sigla TUP. A Parte mais genérica, que inclui Serviços Integrados (RDSI), é a de sigla ISUP. No Brasil, a parte mais utilizada da SCC7 é a TUP ou BR-TUP.

No Brasil especifica-se esta sinalização (Versão Nacional) nos documentos, entre outros:

• SDT220.250.715 (Especificações de Sinalização por canal Comum);

• SDT 210.110.724 (Requisitos mínimos do subsistema de Usuário para Telefonia do Sistema de Sinalização por Canal Comum CPA-T, TUP (ITU-T Versão Nacional) para a rede nacional de telefonia);
• SDT220.250.732 (Subsistema de Usuário RDSI - ISUP do Sistema de sinalização por Canal Comum nº 7);
• SDT220.250.735 (Subsistema de - MTP);
• SDT 20.500.711 (Requisitos mínimos do subsistema de Transferência de Mensagens do Sistema de Sinalização por Canal Comum MTP (ITU-T Versão Nacional) para a rede nacional de telecomunicações).

✓ **Multi frequencial ou MF**

MF é o acrônimo genérico para Multifrequência ou Multifrequêncial. Nos Estados Unidos chama-se MF a um sistema de sinalização telefônico obsoleto que era usado até as últimas décadas do século XX.

Existem vários tipos de sinalização Multifrequêncial:
• DTMF - usado nos teclados dos telefones convencionais, geram tons em lugar dos antigos pulsos.
• MFC - Multifrequêncial Compelido - usado em muitas das centrais telefônicas.
• MF - Sistema utilizado até fins do século XX nos EUA.

✓ **MFC ou Multi Frequência**

MFC (Multifrequêncial Compelida), é a sinalização de áudio utilizada pelas centrais telefônicas para troca das informações necessárias ao encaminhamento e estabelecimento de uma chamada. O assinante ou usuário do sistema telefônico normalmente não escuta esta sinalização, pois esta ocorre apenas entre as centrais.

É a sinalização trocada entre os registradores das centrais telefônica confronte sinalização de linha.

A sinalização MFC é utilizada para o envio de informações entre duas centrais tais como a identidade do assinante A, que é o número daquele que origina a chamada, identidade do assinante B, quem recebe, categoria do telefone originador, etc. Caracteriza-se por enviar sinais - as cifras – compostos por frequências combinadas duas a duas (multifrequêncial). Cada sinal é enviado de modo contínuo até que se receba outro em resposta (sinalização compelida). Os sinais são retirados deixando o canal de comunicação em silêncio e então o ciclo se repete com o envio do próximo sinal ou cifra.

Esta sinalização possui quatro grupos de sinais (2 para a frente e 2 para trás, considerando o sentido da chamada), cada grupo possuindo 15 cifras diferentes. Estas podem representar os números telefônicos, solicitações de envio dos mesmos e também, ao final, a condição do número discado também conhecida como fim de seleção.

As frequências utilizadas na MFC são as seguintes:

Freqüências altas

- 1380 Hz
- 1500 Hz
- 1620 Hz
- 1740 Hz
- 1860 Hz
- 1980 Hz

Freqüências baixas

- 1140 Hz
- 1020 Hz
- 900 Hz
- 780 Hz
- 660 Hz
- 540 Hz .

5.10. Digitalização

Nos anos 70 as centrais telefônicas iniciaram uma evolução de uma concepção analógica para digital.

Esta transformação iniciada no núcleo das centrais, pela substituição de componentes eletromecânicos por processadores digitais estendeu-se a outras áreas periféricas das centrais, dando origem às centrais digitais CPA-T (Controle por Programa Armazenado-Temporal).

Em 2002, no Brasil, 98 % das centrais eram digitais. Com as centrais digitais foi possível evoluir os métodos de sinalização, passando de sistemas onde a sinalização é feita utilizando o próprio canal onde se processa a chamada telefônica (canal associado) para a padronização estabelecida pelo sistema de sinalização por canal comum número 7 (SS7) que utiliza um canal dedicado para sinalização (Canal Comum).

Esta evolução trouxe flexibilidade e uma série de benefícios ao sistema telefônico principalmente quanto ao oferecimento de serviços suplementares e de rede inteligente.

A Anatel utiliza a denominação Serviço Telefônica Fixa Comutada (STFC) para caracterizar a prestação de serviços de Telefonia Fixa no Brasil. Consideram modalidades do Serviço Telefônico Fixo Comutado o serviço local, o serviço de longa distância nacional e o serviço de longa distância internacional.

Neste tipo de central, o sistema de controle é baseado em um programa armazenado em uma memória. Atualmente nestas centrais, o sistema de controle é baseado em processadores.

6. Meios de Transmissão

6.1. Fibras Ópticas

Fibras ópticas são elementos de transmissão que utilizam sinais de luz codificados para transmitir os dados. A luz que circula pela fibra óptica situa-se no espectro do infravermelho e seu comprimento de onda está entre 10xE14 a 10xE15 Hz.



A fibra óptica pode ser feita de plástico ou de vidro, revestida por um material com baixo índice de refração.

Além destes dois materiais, a fibra possui também um revestimento plástico, que lhe garante uma proteção mecânica contra o ambiente externo.

Para a transmissão dos sinais, além do cabo, precisa-se de um conversor de sinais elétricos para sinais ópticos, um transmissor e um receptor dos sinais ópticos, juntamente com um conversor dos sinais ópticos para sinais elétricos.

Nas linhas de fibras ópticas, a taxa de transmissão é muito mais alta do que nos sistemas físicos convencionais (cabo coaxial e par trançado). Isto se deve ao fato de que a atenuação das transmissões não depende da frequência utilizada.

A fibra óptica é completamente imune às interferências eletromagnéticas, portanto, não sofre indução, podendo ser instalada em lugares onde os fios e cabos não podem passar. Também não precisa de aterramento e mantém os pontos que liga eletricamente isolados um do outro.

O alto custo da instalação e manutenção das fibras ópticas constitui, atualmente, o maior obstáculo para maior utilização desta modalidade na transmissão de dados.

6.2. Sistemas de Rádio Enlaces

Este sistema consiste na transmissão de informação por ondas de rádio frequência.

- Sistemas em Visibilidade



Uma modalidade de rádio enlace é o sistema em Visibilidade. Quando as frequências das ondas de rádio ultrapassam os 300Mhz, se propagam quase em linha reta, necessitando que as antenas transmissoras e receptoras fiquem uma de frente para outra. Relevos acentuados e distâncias elevadas podem inviabilizar o sistema.

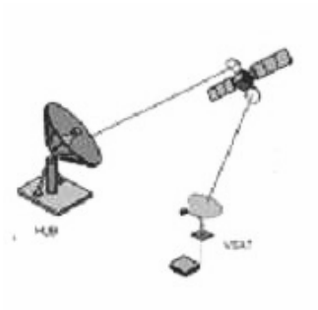
6.3. Sistemas de Satélite

Para frequências muito altas (acima de 3Ghz), as ondas de rádio ultrapassam a atmosfera, não refletindo na troposfera. Faz-se necessário o uso de satélites artificiais, para retransmitir o sinal de volta para a Terra.

Os sistemas satélite apresentam muitas vantagens e aplicações.

O satélite, do ponto de vista de transmissão, é uma simples estação repetidora dos sinais recebidos da Terra, que são detectados, deslocados em frequência, amplificados e retransmitidos de volta.

As frequências mais utilizadas para comunicação via satélite são as da banda C e da banda Ku, conforme a tabela abaixo:



	Banda C	Banda Ku
Frequência de uplink (estação terrena para satélite)	5,850 a 6,425 GHz	14,0 a 14,5 GHz
Frequência de downlink (satélite para estação terrena)	3,625 a 4,200 GHz	11,7 a 12,2 GHz

Internacionalmente, a banda mais popular é a banda Ku, pois permite cursar tráfego com antenas menores que as de banda C, devido ao fato das suas frequências serem mais altas.

As aplicações, onde a comunicação via satélite é mais indicada, são aquelas em que:

- ✓ Deseja-se espalhar a mesma informação, no link de descida, por uma região geográfica muito extensa como, por exemplo, para a TV e a Internet.

- ✓ Deseja-se atingir localidades remotas como, por exemplo, campos de mineração, madeireiras, propriedades rurais, entre outras.
- ✓ Deseja-se que o tempo de implantação seja muito rápido ou de uso ocasional como, por exemplo, para shows, rodeios e corridas de automóvel.

Curso Técnico

TELECOMUNICAÇÕES

Etapa 1

AUTORIDADES UTRAMIG

JOSÉ MURILO RESENDE
Presidente

FELIPE MOREIRA CARRARA
Chefe de Gabinete

MARIA LÚCIA SOARES DE MOURA
Diretora de Planejamento, Gestão e Finanças

JUSSARA SILVA NEGROMONTE
Diretora de Ensino Pesquisa

FILIPE GALGANI GOMES
Diretor de Qualificação e Extensão

VANESSA LOPES TEIXEIRA NEVES
Diretora de Ensino a Distância

DIVA HELENA SALES WARDI SILVA
Diretora da Unidade Nova Lima

SIMONE PACHECO RIBEIRO
Diretora da Unidade de Uberlândia

WENDERSON HARLLEY ASSIS CURVELLO
Gerente Responsável pelo Projeto

LÉA VICENTINA COSTA MELO
Supervisora Pedagógica Responsável pelo Projeto

EXPEDIENTE

Impressão
EDITORA AZUL

Projeto Gráfico/Diagramação
GABRIEL SEBASTIAN FLEITAS CORTIGLIA

A Fundação de Educação para o Trabalho de Minas Gerais UTRAMIG

tem a missão de formar profissionais competentes para o mercado de trabalho e promover educação em diversas áreas do conhecimento. Neste âmbito, realiza qualificação profissional, formação técnica, pós-graduação (Lato Sensu) e formação superior especial para professores. É referência na Licenciatura Plena em todo o Estado e busca estar sempre inovando e oferecendo à sociedade respostas educacionais atinentes à realidade atual, como o Ensino a Distância. A Instituição conta com uma equipe altamente qualificada, formada por doutores e mestres, apta a formar profissionais preparados para o mercado de trabalho atual.

Além da sede em Belo Horizonte, a UTRAMIG está presente em Nova Lima, São João Del Rei e Uberlândia onde são ofertados cursos técnicos em Eletrônica, Enfermagem, Informática, Análises Clínicas, Segurança do Trabalho, Telecomunicações, Meio Ambiente, Recursos Humanos e Especialização Técnica de Ensino Médio em Instrumentação Cirúrgica.

UNIDADE UTRAMIG

BELO HORIZONTE SEDE



Endereço: Avenida Afonso Pena, nº 3400
Bairro: Cruzeiro
CEP: 30.130-009
Horário de funcionamento:
07:20 as 22:40
Telefone: (31) 3263.7500
faleconosco@utramig.mg.gov.br

Cursos Oferecidos:
Eletrônica
Informática
Segurança do Trabalho
Enfermagem
Análises Clínicas
Recursos Humanos
Telecomunicações
Meio Ambiente
Especialização em Instrumentação Cirúrgica

UNIDADE UTRAMIG

NOVA LIMA



Endereço: Rua 32, n° 36

Bairro: Oswaldo Barbosa Pena
CEP: 34.000-000
Horário de funcionamento:
07:20 as 22:40
Telefone: (31) 3542.5647
faleconosco@utramig.mg.gov.br

Cursos Oferecidos:
Eletrônica
Informática
Segurança do Trabalho
Enfermagem

UNIDADE UTRAMIG

UBERLÂNDIA



Avenida Vinícius de Moraes, nº 40
Bairro Residencial Liberdade
CEP 38.401-274.
Horário de funcionamento:
07:20 as 22:40
Telefone: (34) 3210-6546
faleconosco@utramig.mg.gov.br

Cursos Oferecidos:
Informática
Segurança do Trabalho
Recursos Humanos

UNIDADE UTRAMIG

SÃO JOÃO DEL REY



Rua Doutor Elói Reis, nº 04
Bairro Matozinhos
CEP 36.300-000
Horário de funcionamento:
07:20 as 22:40
faleconosco@utramig.mg.gov.br

Cursos Oferecidos:
Informática
Segurança do Trabalho
Recursos Humanos
Enfermagem