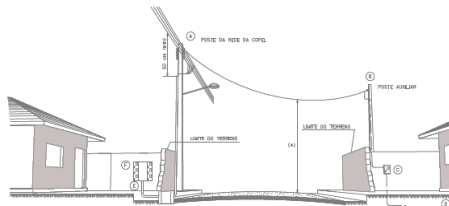


# TREINAMENTO EM INSTALAÇÕES ELÉTRICAS E ALARMES

## PARANÁ DIGITAL



ATENDIMENTO ATRAVÉS DE RAMAL DE ENTRADA SUBTERRÂNEO

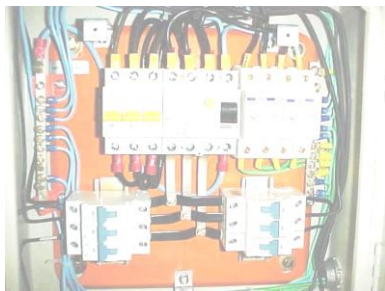
- Ⓢ Ⓢ RAMAL DE ENTRADA SUBTERRÂNEO
- Ⓢ Ⓢ ENTRADA DE SERVIÇO

OBSE: O PONTO DE ENTREGA PARA ATENDIMENTO ATRAVÉS DE RAMAL DE ENTRADA SUBTERRÂNEO SERÁ ASSIMILE DDT\* NDO PELA LEGISLAÇÃO VIGENTE DA ANELC.

ATENDIMENTO ATRAVÉS DE RAMAL DE LIGACÃO AÉREA

- Ⓢ Ⓢ RAMAL DE LIGACÃO AÉREA
- Ⓢ Ⓢ PONTO DE ENTREGA
- Ⓢ Ⓢ RAMAL DE ENTRADA EMBUTIDO
- Ⓢ Ⓢ RAMAL ALIMENTADOR SUBTERRÂNEO
- Ⓢ Ⓢ PONTO DE ENTREGA
- Ⓢ Ⓢ ENTRADA SERVIÇO

IDENTIFICAÇÃO DOS COMPONENTES PARA ATENDIMENTO AS UNIDADES



# EMENTA

## **Tema 1 - REDE ELÉTRICA**

### **Módulo 1 – Docente – Eng. Salma**

- 1- Tensão e Corrente Elétrica
- 2- Potência elétrica / Fator de potência
- 3- Cálculo de corrente elétrica em um circuito
- 4- Cálculo da potência elétrica do circuito de distribuição
- 5- Dimensionamento da fiação e dos disjuntores dos circuitos

### **Módulo 2 – Docente - Eng. Luiz Carlos**

- 6- Quadros de distribuição
- 7- Disjuntores termomagnéticos
- 8- Interruptor diferencial residual IDR
- 9- Disjuntor diferencial residual DR
- 10-Dispositivo protetor de surto DPS
- 11-Circuitos de distribuição e de terminais
- 12-Esquemas de ligação

### **Módulo 3 - Docente – Eng. Nelson Kenji**

- 13- Padrões de entrada
- 14- Aterramento
- 15- Multímetro analógico e digital (uso adequado)
- 16- Análise de defeitos nas instalações elétricas

### **Módulo 3 - Docente – Eng. Nelson Kenji**

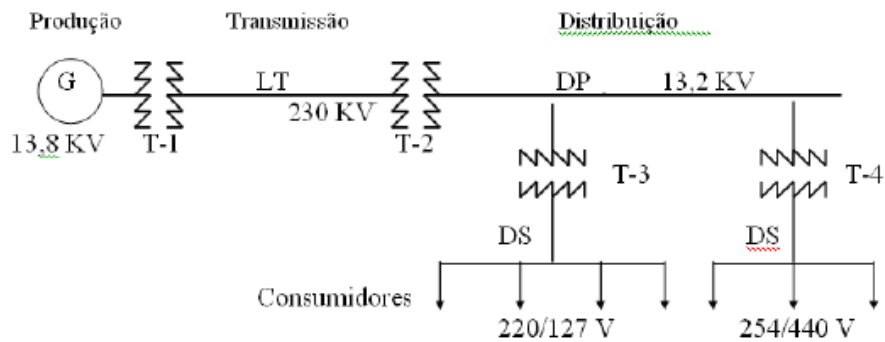
## **Tema 2 - CONCEITOS BÁSICOS DE FUNCIONAMENTO DE ALARMES**

### NOTAS

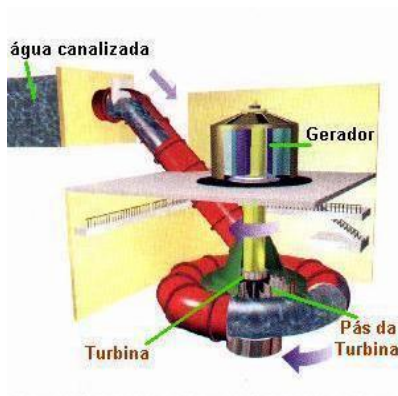
Datas previstas – 26 e 27/05 (no dia 27 à tarde – Aula prática)

## 1- TENSÃO E CORRENTE ELÉTRICA

### Configuração do sistema elétrico nacional



Exemplo de uma configuração com Linha de Transmissão (LT) de 230KV, Distribuição Primária (DP) de 13,2KV e Distribuições Secundárias (DS) de 220V/127V e 440V/254V. Existem outras tensões para LT, DP e DS.



Principais componentes do sistema.

## **1.1 - TENSÃO ELÉTRICA**

É a diferença de potencial elétrico, em Volts, presente entre dois pontos. Quando dizemos que uma tomada é de 127 V, significa que ela apresenta uma diferença de potencial de 127 V entre Fase e Neutro; quando dizemos que uma tomada é de 220 V, significa que ela apresenta uma diferença de potencial de 220 V entre Fase e Fase (em algumas localidades, a exemplo de Rio Negro, as tensões são de 220 V e 380 V respectivamente).

## **1.2 - CORRENTE ELÉTRICA**

É o movimento de elétrons através de um condutor, causado pela diferença de potencial. É o resultado da aplicação de uma tensão entre dois pontos. Quando dizemos que um aquecedor é para 220 V / 10 A, significa que ao ser submetido a uma tensão de 220 V, esta provocará a circulação de uma corrente de 10 A pelo mesmo.

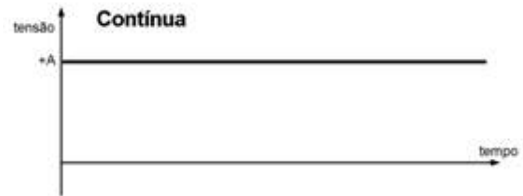
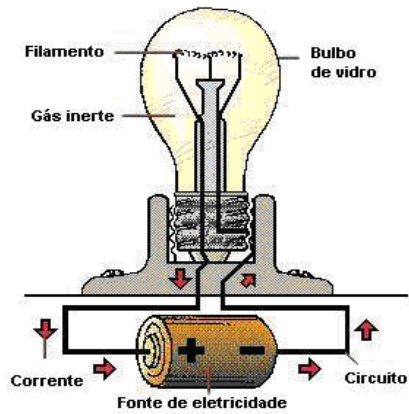
Todos os equipamentos são construídos para operar em determinado valor de tensão, no nosso caso em 127 V ou 220 V.

O equipamento não pode ser ligado em tensão diferente do especificado pelo fabricante, sob risco de queima do equipamento e eventual perda de garantia.

## **1.3 - A TENSÃO/CORRENTE PODE SER CONTÍNUA OU ALTERNADA**

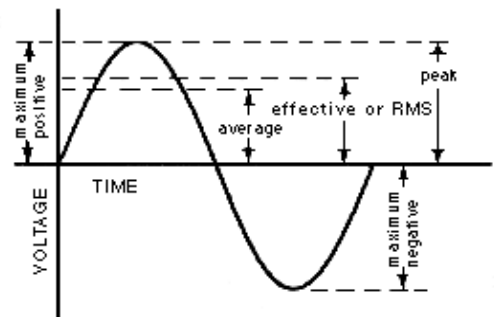
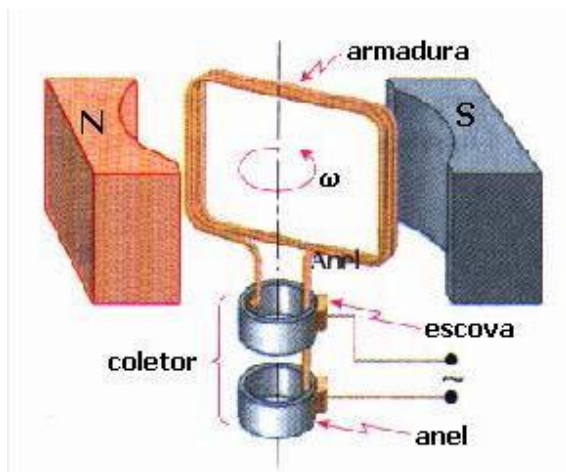
### **1.3.1 - CORRENTE CONTÍNUA**

É aquela que se mantém constante ao longo do tempo (pilhas, acumuladores, circuitos retificadores, etc.).

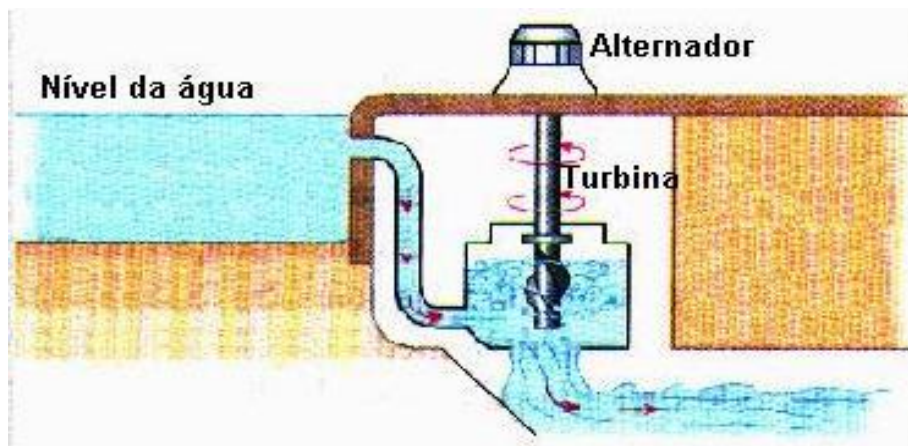


### 1.3.2 - CORRENTE ALTERNADA

É aquela que varia com o tempo. As concessionárias fornecem na forma senoidal, repetindo 60 ciclos/s ou 60 Hz para os consumidores (motores, transformadores, retificadores, instalações elétricas industriais e prediais, residenciais ou comerciais).



O desenho representa um gerador de corrente alternada, denominado alternador e o conjunto de espiras é chamado armadura, com seus terminais ligados a anéis coletores metálicos. Em cada anel apóia-se uma escova, geralmente de grafite e a corrente é entregue ao circuito através dessas escovas. A tensão de 127 V ou 220 V é o valor eficaz da tensão.



Numa usina hidrelétrica, a rotação da armadura é originada pela energia mecânica de uma turbina. Essa energia pode ser obtida através da energia potencial do desnível de uma queda d'água ou através da energia de uma máquina a vapor.

## 2- POTÊNCIA ELÉTRICA / FATOR DE POTÊNCIA

### 2.1 - POTÊNCIA ELÉTRICA (W)

Pode ser dita como a capacidade de determinado elemento de transformar a eletricidade em trabalho; é o trabalho realizado em um determinado tempo.

**2.1.1 – 01 Watt** – equivale ao trabalho desenvolvido por 01 Joule em um segundo.

**2.1.2 - Unidade de potência:** Watt, símbolo W.

**2.1.3 - Exemplo:** Uma potência de 500 W equivale ao trabalho de 500 Joules realizado um em 01 segundo.

Pode-se correlacionar que um motor de 1 CV (746W) tem a capacidade de transformar essa potência em trabalho, como por exemplo, elevar uma carga, mover uma correia, etc.

## 2.2 – ENERGIA

É a aplicação da potência em determinado tempo, é a forma que pagamos nossas contas de consumo de energia para a COPEL.

Unidade de energia - Watthora (Wh) - o tempo é expresso em hora e a potência em Watt.



### 2.2.1 - Exemplos:

**2.2.1.a** - Se pagarmos à Copel uma fatura de energia de 200 KWh em determinado mês, significa que na média consumimos  $200 \text{ KW} / 30\text{d} \times 24\text{h} = 0,278 \text{ KW}$  por hora (ou 277,78 W por hora) durante todo o mês.

**2.2.1.b** - Consideremos uma casa com 5 lâmpadas de 100 W cada e 1 chuveiro elétrico de 5.400 W.

Se deixarmos todas as lâmpadas ligadas todas as noites do mês por 10 horas e utilizarmos o chuveiro elétrico por 1 hora por dia, teremos:

a-  $5 \text{ lâmpadas} \times 100 \text{ W} \times 10 \text{ horas} \times 30 \text{ dias} = 150.000 \text{ Wh} = 150 \text{ KWh}$  no mês.  
Considerando o custo da energia R\$ 0,40 por KWh, teremos: R\$ 60,00

b-  $1 \text{ chuveiro} \times 5.400 \text{ W} \times 1 \text{ hora} \times 30 \text{ dias} = 162.000 \text{ Wh} = 162 \text{ KWh}$  no mês.  
Considerando o custo da energia R\$ 0,40 por KWh, teremos: R\$ 64,80

c- Total = R\$ 124,80 (consumo) + R\$ 15,00 (Iluminação Pública) = R\$ 139,80



## 2.3 - FATOR DE POTÊNCIA

As cargas sempre pertencem a uma das categorias – Resistiva, Indutiva, Capacitiva ou uma combinação entre elas.

Se a carga é Resistiva, ela tem o fator de potência 1,0, que é a melhor situação, pois toda energia entregue pela concessionária é consumida pela carga.

Lâmpadas incandescentes, aquecedores e ferros elétricos são exemplos de cargas resistivas.



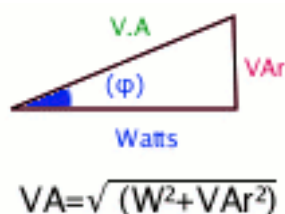
Entretanto, quase todas as demais cargas, como máquinas e eletrodomésticos, transformadores e motores apresentam um componente Indutivo ou Capacitivo, que causa uma defasagem entre Corrente e Tensão, gerando potências indesejáveis na rede; esta potência é fornecida pela COPEL, mas não é consumida pela carga.

O caso mais comum é do componente Indutivo, que surge em função da utilização de motores e transformadores, pois eles apresentam um componente Resistivo (Impedância) e um componente Indutivo, gerando Potencia Ativa ou Real (W) e Potencia Reativa (VAr).





As potências Reativa (VAr) e Ativa ou Real (W) formam a Potência Aparente (VA). O cosseno do ângulo entre a Potência Aparente (VA) e Real (W) é o Fator de Potência.



A medição e faturamento do Fator de Potência ocorrem na medição Industrial.

A COPEL aceita como o menor FP=0,92, o que representa uma defasagem de aproximadamente 23 graus entre a potência Aparente e a potência Ativa.

Para instalações com fator de potência abaixo de 0,92 a COPEL cobra uma multa por baixo fator de potência.

Para a correção de Fator de Potência Indutivo, comumente utilizam-se banco de capacitores.

### 3- CÁLCULO DE CORRENTE ELÉTRICA EM UM CIRCUITO

#### Lei de Ohm

A tensão sobre os terminais de um resistor é igual ao produto de seu valor ôhmico pela corrente que circula por ele;  $V = R \cdot I$

A corrente elétrica depende da resistência da carga e da tensão elétrica aplicada à mesma.

Se a carga for monofásica a tensão deve ser considerada 127 V, se for bifásica ou trifásica a tensão é 220 V (exceto em algumas cidades como Rio Negro por exemplo, que é alimentada pela CELESC, onde as tensões são de 220V e 380 V respectivamente).

Pela lei de ohm, a corrente elétrica pode ser calculada como:

$$I = V/R$$

Quando tivermos que calcular em função de Potencia de equipamentos, temos que considerar se as cargas são monofásicas, bifásicas ou trifásicas, além de fator de potencia e rendimento, caso se trate de motores elétricos.

Exemplos:

**1- Temos um Computador que consome 200 W**

**a- Alimentado em 127 V.**

$$P=V \times I \text{ ou } I=P / V = 200 \text{ W} / 127 \text{ V} = \mathbf{1,57 \text{ A}}$$



**b- Alimentado em 220V**

$$P=V \times I \text{ ou } I=P / V = 200 \text{ W} / 220 \text{ V} = \mathbf{0,91 \text{ A}}$$

## MOTORES ELÉTRICOS

No caso de motores elétricos, as potências são expressas normalmente em HP ou CV, onde 1 HP = 746 W e 1 CV=736 W.

Como um motor não é uma carga puramente resistiva, pois contém uma componente de potência reativa, ele apresenta um determinado Fator de Potência; além disso, ele apresenta perdas internas, o que significa que o seu Rendimento ( $\eta$ ) não é 100%.

Eles apresentam os **dados de placa** que normalmente **incluem**: Potência (CV ou HP), Tensão, Corrente, Fator de Potência, Rendimento e esquemas de ligação.



## 4- CÁLCULO DA POTÊNCIA ELÉTRICA DO CIRCUITO DE DISTRIBUIÇÃO

A Potência elétrica de um circuito pode ser calculada:

- a- Pela soma das potências das cargas alimentadas por esse circuito
- b- Calculando em função da corrente e tensão aplicada à carga, onde  $P = V \times I$

Nos casos mais comuns, onde temos diversos tipos de carga, a potência é calculada como:

$$P = V \times I \times FP$$

Exemplo 1:

Temos uma lâmpada incandescente que consome 0,79 A em 127 V. Qual a Potencia dissipada na lâmpada?

$$P = 127 \text{ V} \times 0,79 \text{ A} = 100,33 \text{ W}$$

Exemplo 2:

Temos uma lâmpada mista (vapor de mercúrio) que consome 1,2 A em 220 V, reator com FP=0,95. Qual a Potencia dissipada na lâmpada?

$$P = 220 \text{ V} \times 1,2 \text{ A} \times 0,95 = 250,80 \text{ W}$$

Quando envolvem cargas trifásicas, a potência do circuito é:

$$P = V \times I \times 1,73 \times FP$$

Exemplo:

Temos um equipamento trifásico consome 5 A em 220 V, com FP=0,90. Qual a Potencia consumida pelo equipamento?

$$P = 220 \times 5 \times 1,73 \times 0,95 = 1.807,85 \text{ W}$$

No caso de motores elétricos, como já visto, a potência é informada nos dados de placa, expressa normalmente em HP ou CV, onde 1 HP = 746 W e 1 CV=736 W.

## 5- DIMENSIONAMENTO DA FIAÇÃO E DOS DISJUNTORES DOS CIRCUITOS

Com base na corrente do circuito (calculada ou medida), pode-se dimensionar a fiação e a proteção.

### 5.1 - DIMENSIONAMENTO DA FIAÇÃO

Para o dimensionamento da fiação (secção dos condutores), deve ser adotada a capacidade de condução de corrente (conforme tabela 36 da NBR - 05410 – 2004), instalação tipo B1.

### CÁLCULO DA CORRENTE DO CIRCUITO

$$I_{\text{circ}} = \text{Carga Inst.} / V_f \times n_f$$

**Onde:**

$I_{\text{circ}}$  = Corrente do Circuito (A)

**Carga Inst.** = Carga Total Instalada

**V<sub>f</sub>** = tensão Fase e Neutro

**n<sub>f</sub>** = Numero de Fases

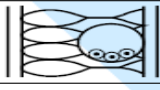
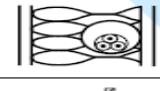

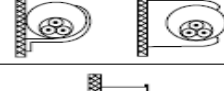



Serão considerados dois fatores de correção de corrente para o cálculo da corrente corrigida:

Fator de temperatura = 1,0 (considerado 30°C). Para outra temperatura, deve-se utilizar a correção através da tabela 35 da NBR - 5410.

Fator de agrupamento = 1,0 (circuito tipo instalação B1). Para outra maneira de instalar, deve-se utilizar as tabelas de correção definidas pela NBR - 5410)

$$I_{\text{corrigida}} = I_{\text{circ}} / (\text{Fator de temperatura}) \times (\text{Fator de agrupamento})$$

Tabela 28 - Tipos de linhas elétricas

Método de instalação número	Esquema ilustrativo	Descrição	Método de referência a utilizar para a capacidade de condução de corrente <sup>1)</sup>
1		Condutores isolados ou cabos unipolares em eletroduto de seção circular embutido em parede termicamente isolante <sup>2)</sup>	A1
2		Cabo multipolar em eletroduto de seção circular embutido em parede termicamente isolante <sup>2)</sup>	A2
3		Condutores isolados ou cabos unipolares em eletroduto aparente de seção circular sobre parede ou espaçado da mesma <sup>3)</sup>	B1
4		Cabo multipolar em eletroduto aparente de seção circular sobre parede ou espaçado da mesma <sup>3)</sup>	B2
5		Condutores isolados ou cabos unipolares em eletroduto aparente de seção não circular sobre parede	B1
6		Cabo multipolar em eletroduto aparente de seção não circular sobre parede	B2
7		Condutores isolados ou cabos unipolares em eletroduto de seção circular embutido em alvenaria	B1

Exemplo de tabela da NBR-5410 sobre métodos de instalação.

Tabela 35 - Fatores de correção para temperaturas ambientes diferentes de 30°C para linhas não subterrâneas e de 20°C (temperatura do solo) para linhas subterrâneas

Temperatura (°C)	Isolação	
	PVC	EPR ou XLPE
<b>Ambiente</b>		
10	1,22	1,15
15	1,17	1,12
20	1,12	1,08
25	1,06	1,04
35	0,94	0,96
40	0,87	0,91
45	0,79	0,87
50	0,71	0,82
55	0,61	0,76
60	0,50	0,71
65	-	0,65
70	-	0,58
75	-	0,50
80	-	0,41
<b>Do solo</b>		
10	1,10	1,07
15	1,05	1,04
25	0,95	0,96
30	0,89	0,93
35	0,84	0,89
40	0,77	0,85
45	0,71	0,80
50	0,63	0,76
55	0,55	0,71
60	0,45	0,65
65		0,60

Exemplo de tabela da NBR-5410 sobre correção de temperatura



**Para a verificação da coordenação de proteção, adotaremos:**

$I_{projeto}$  = corrente de projeto do circuito (A)

$I_{proteção}$  = corrente da proteção adotada (A)

$I_{cabos}$  = corrente da capacidade de condução dos cabos por fase (A)

$$I_{projeto} \leq I_{proteção} \leq I_{cabos}$$

Exemplo: Temos um aparelho de ar condicionado com potencia de 7.000 W, ligado em 2 fases, com tensão entre Fase e Neutro de 127 V.

Utilizando a formula  $I_{circ} = \text{Carga Inst.} / V_f \times n_f$ , onde:

Carga Inst. = 7.000 W

$V_f$  = tensão Fase e Neutro = 127 V

$n_f$  = Número de Fases = 2

$$I_{circ} = 7000 \text{ W} / 127 \text{ V} \times 2$$

$$I_{circ} = 27,6 \text{ A}$$

## CÁLCULO DA QUEDA DE TENSÃO

Para o cálculo por queda de tensão utilizaremos a seguinte fórmula:

$$dV = k \times I \times d / 10 \times V_{ff}$$

**Onde:**

dV = Queda de tensão (%)

I = Corrente de projeto (A)

d = Distância em metros

$V_{ff}$  = Tensão Fase-Fase (V)

k = Queda de tensão unitária (V/A x km)

#2,5 mm <sup>2</sup> = 12,41V/A x km	#4,0 mm <sup>2</sup> = 7,77V/A x km
#6,0 mm <sup>2</sup> = 5,22V/A x km	#10,0mm <sup>2</sup> = 3,14V/A x km

OBS.: valores tomados como referencia conforme tabela de cabos FICAP. Para outras bitolas de fiação, devem-se consultar as tabelas do fabricante.

Conforme NBR-5410, em nenhum caso a queda de tensão nos circuitos terminais pode ser superior a 5%, considerado a partir da entrada do medidor.

A partir de um QD interno, a queda de tensão adotada pelo projeto é normalmente de 2%.

Como regra geral, pela NBR-5410, a bitola mínima que pode ser utilizada para iluminação é de 1,5 mm<sup>2</sup> e 2,5mm<sup>2</sup> para tomadas de uso geral, com classe de isolamento de 750 V a 1.000 V.

**Queda de tensão Unitária em V/A.km**

Seção nominal (mm <sup>2</sup> )	Eletroduto e calha fechada Material Magnético a)		Cabos Unipolares b)														Cabos Unipolar e bipolar b)		Cabos Tripolar e tetrapolar b)			
			Monofásico						Trifásico													
	Cabos em Trifólio		Cabo tripolar		Sistema Monofásico		Cabos espaçados de 1 diâmetro		Cabos espaçados de 20 cm		Cabos espaçados de 1 diâmetro		Cabos espaçados de 20 cm		Cabos Contíguos		Cabos em Trifólio		Sistema Monofásico		Sistema Trifásico	
	FP. 0,80	FP. 0,92	FP. 0,80	FP. 0,92	FP. 0,80	FP. 0,92	FP. 0,80	FP. 0,92	FP. 0,80	FP. 0,92	FP. 0,80	FP. 0,92	FP. 0,80	FP. 0,92	FP. 0,80	FP. 0,92	FP. 0,80	FP. 0,92	FP. 0,80	FP. 0,92	FP. 0,80	FP. 0,92
1,5	20,24	23,19	20,19	23,15	20,19	23,15	23,45	26,83	23,72	27,00	20,31	23,23	20,54	23,38	20,26	23,20	20,24	23,19	23,32	26,74	20,19	23,15
2,5	12,45	14,24	12,41	14,21	12,41	14,21	14,46	16,49	14,71	16,66	12,52	14,28	12,74	14,43	12,47	14,25	12,45	14,24	14,33	16,41	12,41	14,21
4	7,80	8,89	7,77	8,87	7,77	8,87	9,09	10,32	9,33	10,48	7,87	8,94	8,08	9,08	7,82	8,90	7,80	8,89	8,96	10,24	7,77	8,87
6	5,25	5,97	5,22	5,95	5,22	5,95	6,15	6,95	6,39	7,10	5,33	6,02	5,53	6,15	5,27	5,98	5,25	5,97	6,03	6,87	5,22	5,95
10	3,17	3,58	3,14	3,56	3,14	3,56	3,74	4,18	3,97	4,33	3,24	3,62	3,44	3,75	3,19	3,59	3,17	3,58	3,63	4,11	3,14	3,56
16	2,03	2,27	2,01	2,26	2,01	2,26	2,43	2,68	2,65	2,82	2,10	2,32	2,29	2,44	2,05	2,29	2,03	2,27	2,32	2,61	2,01	2,26
25	1,33	1,47	1,31	1,45	1,31	1,45	1,62	1,75	1,82	1,88	1,40	1,51	1,57	1,63	1,35	1,48	1,33	1,47	1,52	1,68	1,31	1,45
35	0,99	1,08	0,97	1,06	0,97	1,06	1,22	1,30	1,41	1,42	1,06	1,12	1,22	1,23	1,00	1,09	0,99	1,08	1,12	1,23	0,97	1,06
50	0,76	0,82	0,74	0,80	0,74	0,80	0,96	1,00	1,14	1,11	0,83	0,86	0,99	0,96	0,78	0,83	0,76	0,82	0,86	0,93	0,74	0,80
70	0,56	0,59	0,54	0,58	0,54	0,57	0,73	0,73	0,89	0,84	0,63	0,63	0,77	0,73	0,57	0,60	0,56	0,58	0,63	0,67	0,54	0,57
95	0,43	0,44	0,42	0,43	0,42	0,43	0,58	0,56	0,74	0,66	0,50	0,49	0,64	0,58	0,45	0,45	0,43	0,44	0,49	0,50	0,42	0,43

Exemplo de tabela da Ficap sobre queda de tensão em V / A x Km.

Exemplo: Considerando o aparelho de ar condicionado do exemplo anterior, instalado a 20 metros do QD, calcular a bitola da fiação para condutor de cobre, admitindo uma queda de tensão máxima de 2%.

Utilizando a fórmula  $dV = k \times I \times d / 10 \times V_{ff}$ , onde:

$$dV = \text{Queda de tensão (\%)} = 2$$

$$I = \text{Corrente de projeto (A)} = 27,6$$

$$d = \text{Distância em metros} = 20$$

$$V_{ff} = \text{Tensão Fase-Fase (V)} = 220$$

$$k = \text{Queda de tensão unitária (V/A x km)}$$

$$2 = k \times 27,6 \times 20 / 10 \times 220$$

$$2 \times 10 \times 220 / 27,6 \times 20 = k$$

$$4400 / 552 = k$$

$$k = 7,97 \text{ V/A x km}$$

Pela tabela acima podemos concluir que o fio **#4,0 mm<sup>2</sup> = 7,77V/A x km** atende, pois o valor calculado para o circuito admite uma queda de até **7,97 V/A x Km**.

## 5.2 - DIMENSIONAMENTO DOS DISJUNTORES DE PROTEÇÃO



Pela NBR-5410, temos:

### 1a Condição:

$$I_{aj} \geq I_p$$

$I_{aj}$  → Corrente de ajuste do disjuntor

$I_p$  → Corrente de projeto do circuito

### 2a Condição:

$$I_{aj} \leq I_{nc}$$

$I_{aj}$  → Corrente de ajuste do disjuntor

$I_{nc}$  → Corrente nominal do condutor

Para disjuntores de proteção de circuitos em geral, adota-se o valor entre  $1,15 I_n$  a  $1,25 I_n$ , sendo  $I_n$  a corrente calculada (de projeto) para o circuito.

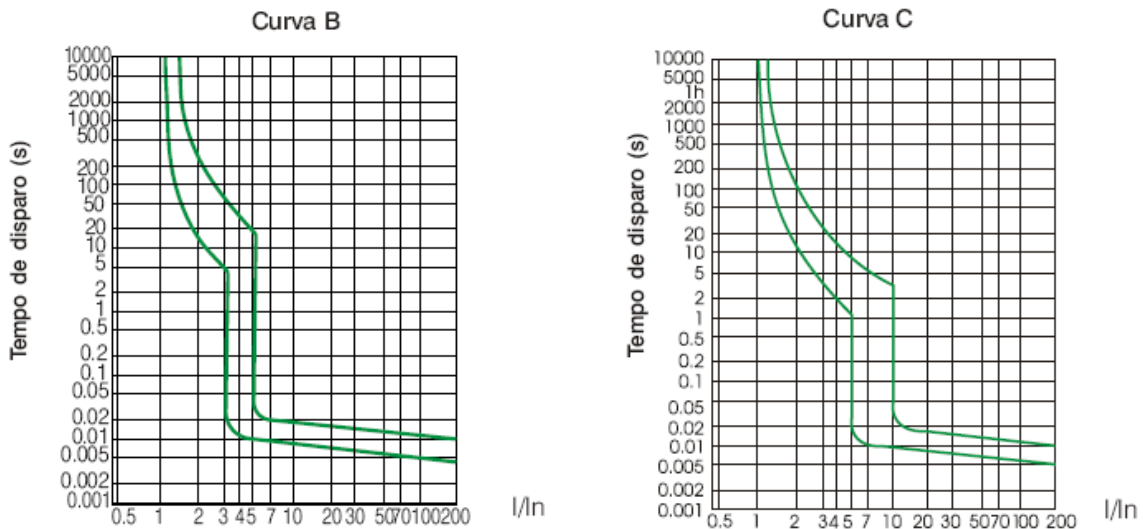
Nas instalações do **PRD** e **Proinfo**, são adotados disjuntores da **curva C**.

Exemplo: Considerando a corrente de 27,6 A calculada no exemplo anterior, a proteção adotada seria:

$$\text{DTM} = 1,15 I_n \text{ a } 1,25 I_n = 27,6 \times 1,15 \text{ a } 27,6 \times 1,25 = 31,74 \text{ A a } 34,5 \text{ A}$$

**Logo, será adotado um DTM da curva C, existente no comércio na faixa de 31,74 A a 34,5 A.**

As curvas de DTM influem na velocidade de atuação dos mesmos frente a sobrecargas e curto-circuito.



Entretanto, para os condutores, verifica-se na tabela 31 da NBR 3410, que:

- a- Para o condutor #  $4\text{mm}^2$ , maneira de instalar B1, a capacidade de condução é de 32 A
- b- Para o condutor #  $6\text{mm}^2$ , maneira de instalar B1, a capacidade de condução é de 41 A.

Verificando pela equação  $I_{projeto} \leq I_{proteção} \leq I_{cabos}$ , onde:

Para o condutor #4mm<sup>2</sup>, a equação não é atendida.

$$I_{projeto} (27,6 A) \leq I_{protecao} (31,74 A a 34,5 A) \leq I_{cabos} (32 A)$$

Para o condutor #6mm<sup>2</sup>, a equação é atendida.

$$I_{projeto} (27,6 A) \leq I_{protecao} (31,74 A a 34,5 A) \leq I_{cabos} (41 A)$$

Logo, mesmo que o condutor # 4mm<sup>2</sup> atenda em termos de queda de tensão, deve-se adotar o condutor # 6mm<sup>2</sup>

**Tabela 31 - Capacidades de condução de corrente, em ampères, para os métodos de referência A1, A2, B1, B2, C e D**  
 - condutores isolados, cabos unipolares e multipolares - cobre e alumínio, isolação de PVC; temperatura de 70°C no condutor;  
 - temperaturas - 30°C (ambiente); 20°C (solo)

Seções nominais mm <sup>2</sup>	Métodos de instalação definidos na tabela 28											
	A1		A2		B1		B2		C		D	
	2 condutores carregados	3 condutores carregados	2 condutores carregados	3 condutores carregados	2 condutores carregados	3 condutores carregados	2 condutores carregados	3 condutores carregados	2 condutores carregados	3 condutores carregados	2 condutores carregados	3 condutores carregados
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)
Cobre												
0,5	7	7	7	7	9	8	9	8	10	9	12	10
0,75	9	9	9	9	11	10	11	10	13	11	15	12
1	11	10	11	10	14	12	13	12	15	14	18	15
1,5	14,5	13,5	14	13	17,5	15,5	16,5	15	19,5	17,5	22	18
2,5	19,5	18	18,5	17,5	24	21	23	20	27	24	29	24
4	26	24	25	23	32	28	30	27	36	32	38	31
6	34	31	32	29	41	36	38	34	46	41	47	39
10	46	42	43	39	57	50	52	46	63	57	63	52
16	61	56	57	52	76	68	69	62	85	76	81	67
25	80	73	75	68	101	89	90	80	112	96	104	86
35	99	89	92	83	125	110	111	99	138	119	125	103
50	119	108	110	99	151	134	133	118	168	144	148	122
70	151	136	139	125	192	171	168	149	213	184	183	151
95	182	164	167	150	232	207	201	179	258	223	216	179
120	210	188	192	172	269	239	232	206	299	259	246	203

Exemplo de tabela da NBR-5410 sobre capacidade de condução



## 6- QUADROS DE DISTRIBUIÇÃO



Um quadro é um tipo especial de Conexão, que tem a função de abrigar e organizar os disjuntores e componentes adicionais pertencentes aos diversos circuitos elétricos de um projeto.

Ele é destinado a acondicionar, os disjuntores responsáveis pelo seccionamento e proteção dos circuitos elétricos das instalações elétricas prediais de baixa tensão em obras horizontais e verticais, residenciais, comerciais e industriais de todos os tipos e padrões.

**Sempre que se necessite intervir na instalação, o DTM relativo ao circuito deve ser desligado, para segurança do profissional qualificado.**

Um quadro de distribuição compõe-se normalmente de:

- Disjuntor Termomagnético (DTM) na entrada do quadro para proteção contra sobre- cargas
- Disjuntor de Proteção de Surtos (DPS) na entrada do quadro para proteção contra surtos de tensão
- Disjuntor Residual (DR) na entrada do quadro para proteção contra fuga de corrente para terra, com a função de proteger as pessoas

- Disjuntor Termomagnético (DTM) de saída para proteção dos circuitos individuais
- Barramentos de Neutro, de Terra e de Fases.

## DIAGRAMA BÁSICO DE INSTALAÇÃO TRIFÁSICA COMERCIAL OU RESIDENCIAL

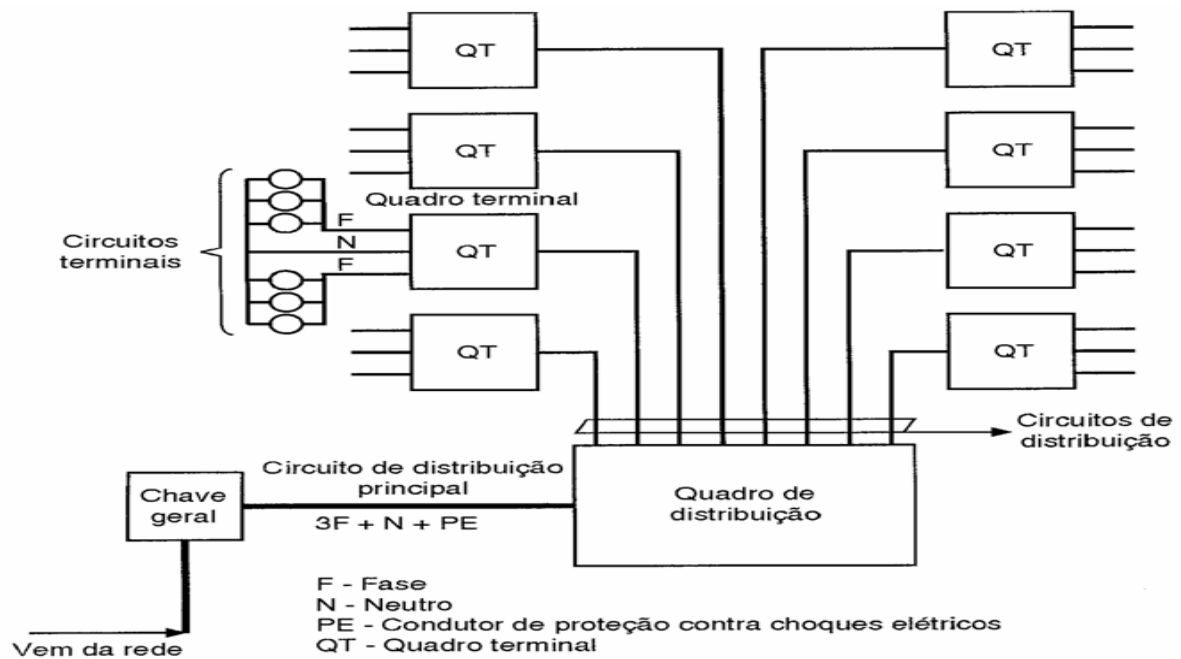


Diagrama básico de instalação de um edifício residencial ou comercial



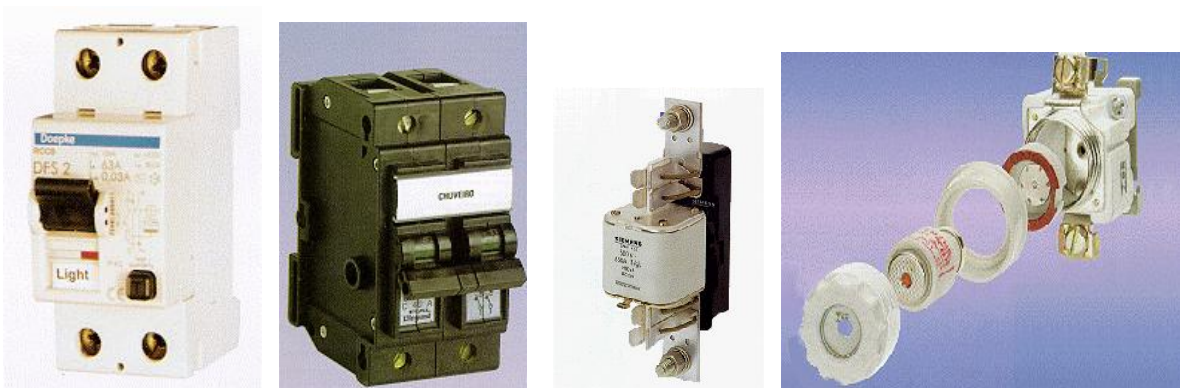
## QUANDO SE TRATAR DA ALIMENTAÇÃO DO QUADRO DO PROINFO, EXISTEM 02 SITUAÇÕES:

- a- Quando o quadro do PRD comportar (espaço para DTM e capacidade do DTM de entrada), a alimentação quadro do PROINFO sairá do quadro do PRD.
- b- Quando o quadro do PRD não comportar, o quadro do PROINFO será igual ao do PRD, com os mesmos componentes e será alimentado pela entrada de energia.

## 7- DISPOSITIVOS DE PROTEÇÃO

Empregam-se, nos circuitos elétricos, dispositivos cuja função é proteger os condutores elétricos contra algum acidente elétrico do tipo: curto-circuito, sobre-corrente etc.

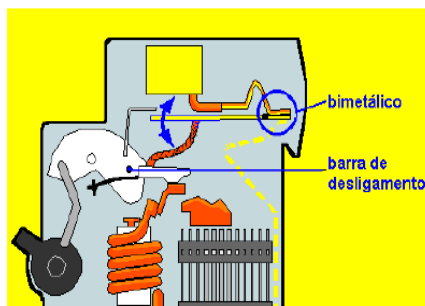
Servem também para proteção dos equipamentos elétricos contra as sobre-tensões. Constituem-se, basicamente, por fusíveis e disjuntores.



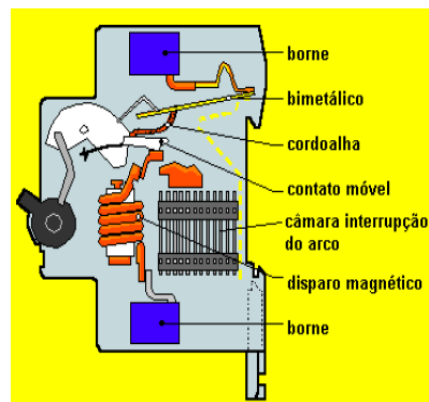
## 7.1- DISJUNTORES TERMOMAGNÉTICOS (DTM)

Um bimetálico para proteger contra as sobrecargas:

Aumentando a intensidade da corrente, provoca o aquecimento, e a deformação do Bimetálico o qual por sua vez aciona o disparo do mecanismo de abertura dos contatos.



O disjuntor termomagnético internamente



O Disjuntor é definido pela NBR 5361 (Disjuntores de Baixa Tensão) como um dispositivo de manobra mecânico e de proteção, capaz de estabelecer, conduzir e interromper corrente em condições normais do circuito, assim como estabelecer, conduzir por tempo especificado e interromper correntes em condições anormais especificadas do circuito, tais como de curto-circuito.

Os DTM são capazes de desligar o circuito automaticamente quando detectam sobre-corrente provocada por um curto circuito ou sobrecarga, além de permitir desligar o circuito desejado por manobra manual.

Eles funcionam como chaves automáticas, cuja função é cortar a passagem de corrente elétrica quando esta for excessiva para o circuito (sobrecarga), antes que ela cause danos ao sistema, protegendo a instalação, as pessoas e seus aparelhos conectados a instalação.

A diferença básica entre Disjuntores e Fusíveis, é que os Disjuntores permitem serem rearmados, enquanto que os Fusíveis, uma vez atuados devem ser substituídos.

Um DTM combina a ação magnética, que protege o sistema contra curtos-circuitos, com a ação térmica, que protege o sistema contra sobrecargas.

A sensibilidade térmica do disjuntor deve-se a presença de uma lâmina bimetálica (cada lâmina com diferente grau de deformação) que se curva devido ao calor produzido pela corrente.

Quanto maior for a sobre-corrente, mais rápido ele atua, o que caracteriza a atuação a tempo inverso.

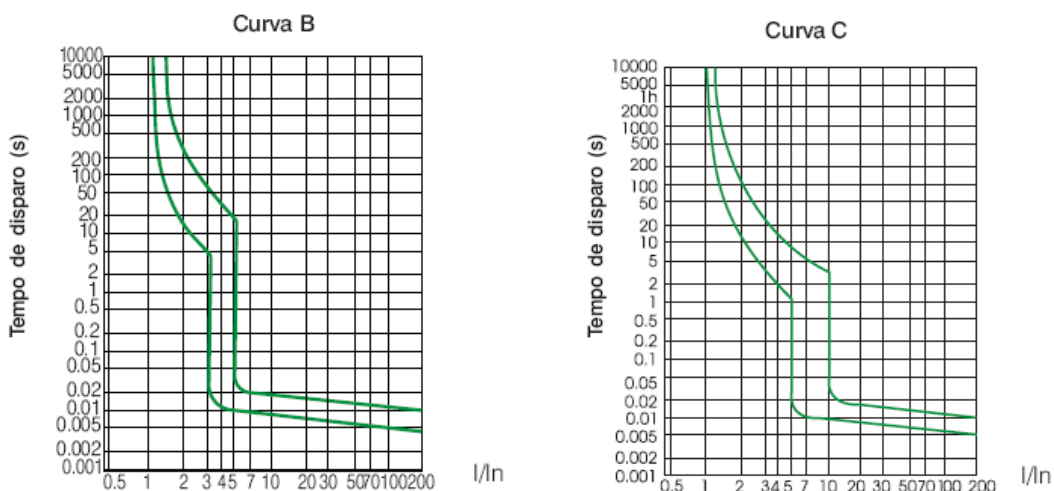
A sensibilidade magnética do disjuntor deve-se a presença de um eletroímã que atrai uma lâmina articulada (armadura) quando um determinado valor limiar de corrente é alcançado.

## CURVAS DE DISJUNTORES

Analisando as curvas B e C, pode-se concluir que elas diferem em tempos de atuação tanto em sobrecargas quanto em curto-circuito.

Na curva B, uma corrente de  $3 I_n$  é considerada como curto-circuito e o DTM atua em 0,02s, enquanto que na curva C para  $3 I_n$  haveria uma sobrecarga e o DTM atua em 3,5s.

A diferença de aplicação é em função das cargas, pois algumas que envolvem equipamentos com altas correntes de partida desarmariam constantemente um disjuntor de curva B.





## 8- INTERRUPTOR DIFERENCIAL RESIDUAL IDR



O Interruptor Diferencial tem como função principal proteger as pessoas ou o patrimônio contra faltas à terra:

- Evitando choques elétricos (proteção às pessoas)
- Evitando Incêndios (proteção ao patrimônio)

O IDR não substitui um Disjuntor, pois ele não protege contra sobrecargas e curto-circuitos. Para estas proteções, devem-se utilizar os Disjuntores em associação, que nos quadros do PRD, é o DTM de entrada do mesmo.

O uso de proteções deve ser utilizado, onde houver risco:

- De toques em tensões altas para o contato do corpo quando da operação de dispositivos (proteção contra contatos indiretos).
- De contatos diretos com partes vivas de condutores, quando a corrente residual é  $\leq 30\text{mA}$ , quando correntes perigosas para o corpo precisam ser interrompidas no menor tempo possível (proteção contra contatos diretos).

Sensibilidade ( $I_{\Delta n}$ )

A sensibilidade do interruptor varia de 30 a 500 mA e deve ser dimensionada com cuidado, pois existem perdas para terra inerentes à própria qualidade da instalação.

Proteção contra contato direto: 30 mA

Contato direto com partes energizadas pode ocasionar fuga de corrente elétrica, através do corpo humano, para terra.

Proteção contra contato indireto: 100mA a 300 mA

No caso de uma falta interna em algum equipamento ou falha na isolação, peças de metal podem tornar-se "vivas" (energizadas).

Proteção contra incêndio: 500 mA

Correntes para terra com este valor podem gerar arcos / faíscas e provocar incêndios.

## 9- DISJUNTOR DIFERENCIAL RESIDUAL DDR



É um dispositivo constituído de um Disjuntor Termomagnético acoplado a um outro dispositivo: o Diferencial Residual. Sendo assim, ele conjuga as duas funções:

- A do disjuntor termomagnético, que protege os fios do circuito contra sobrecarga e curto-circuito e;
- A do dispositivo diferencial residual, que protege os usuários contra choques elétricos provocados por contatos diretos e indiretos (desliga correntes de pequena intensidade).

O dispositivo DR é um interruptor automático que desliga correntes elétricas de fuga de pequena intensidade (da ordem de mA), mas que podem ser fatais às pessoas ou aos animais.

Os dispositivos DR podem ser de dois tipos, a saber:

- De alta sensibilidade (para correntes iguais ou inferiores a 30 mA)
- De baixa sensibilidade (para correntes superiores a 30 mA).

Os casos em que o emprego do dispositivo diferencial-residual de alta sensibilidade é obrigatório como proteção adicional, previsto pela NBR 5410, são:

- Circuitos que sirvam a pontos de utilização situados em locais com banheira ou chuveiro;

- Circuitos que alimentem tomadas de corrente situadas em áreas externas à edificação;
- Circuitos de tomadas de corrente situadas em áreas internas que possam vir a alimentar equipamentos no exterior;
- Circuitos que, em locais de habitação, sirvam a pontos de utilização situados em cozinhas, copas cozinhas, lavanderias, áreas de serviço, garagens e demais dependências internas molhadas em uso normal ou sujeitas a lavagens;
- Circuitos que, em edificações não-residenciais, sirvam a pontos de tomada situados em cozinhas, copas-cozinhas, lavanderias, áreas de serviço, garagens e, no geral, em áreas internas molhadas em uso normal ou sujeitas a lavagens.

A função principal do dispositivo DR é a proteção humana contra choques elétricos provocados por contato direto e indireto.

- Contato direto - decorre do contato acidental, seja por falha acidental, por ruptura ou remoção indevida de partes isolantes, em que por atitude imprudente a pessoa toca uma parte elétrica normalmente energizada.
- Contato indireto - decorre do contato entre uma pessoa e uma parte metálica de uma instalação ou componente normalmente sem tensão, mas que pode ficar energizada por falha de isolamento ou por uma falha interna.

## 10- DISPOSITIVO PROTETOR DE SURTO – DPS



Dispositivos protetor de surto (DPS) são fabricados para aplicação em circuitos, com a finalidade de proteger as pessoas, instalações e equipamentos contra sobretensões na rede, que podem ocorrer por descargas atmosféricas ou manobras no sistema.

Eles são construídos para permitir que a tensão suba somente até um determinado valor, a partir do qual ele descarrega a diferença para a terra.

Em geral, possuem um varistor de óxido de zinco que se comporta como um circuito aberto para tensões abaixo de seu valor de proteção.

O Dispositivo de Proteção Contra Surto (DPS) aloja um fusível térmico de proteção que realiza o seu desligamento, caso seja queimado devido a um surto de energia além de sua capacidade, devendo ser substituído para que a proteção continue a existir.

São geralmente instalados nos quadros de luz e para evitar qualquer tipo de dano, descarregando para a terra os pulsos de alta-tensão.

## 11- CIRCUITOS DE DISTRIBUIÇÃO E DE TERMINAIS

### 11.1 - CIRCUITO DE DISTRIBUIÇÃO:

Circuito que interliga a medição até o quadro de distribuição, também conhecido como quadro de luz.

Um quadro de distribuição comercial pode alimentar vários quadros (mais de um circuito) de distribuição de terminais.

Os disjuntores de proteção utilizados neste tipo de quadro são de maior corrente nominal de curto circuito, pois eles tem que proteger sua fiação e barramentos internos e os alimentadores dos quadros de distribuição de terminais, com maior capacidade de corrente.



## 11.2 - CIRCUITO DE TERMINAIS:

Circuitos que alimentam diretamente os equipamentos de utilização e/ou tomadas de corrente a partir dos quadros de distribuição ou dos quadros terminais.

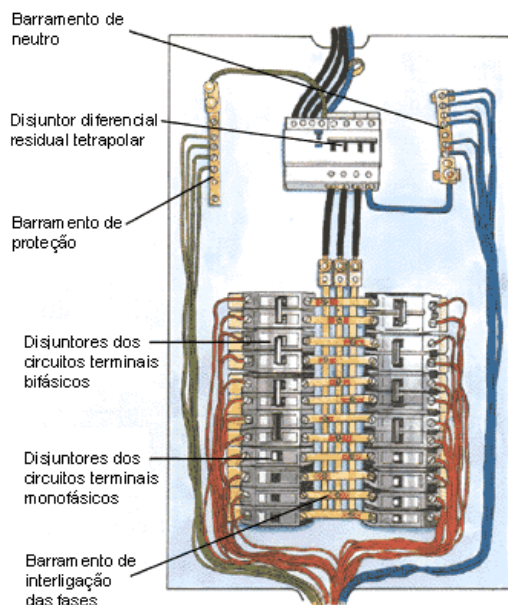
São os circuitos que alimentam e protegem as cargas contra sobre correntes e curto-circuito.

Cada circuito deve estar protegido por um disjuntor com capacidade adequada à fiação e ao consumo das cargas alimentadas.

Dependendo do quadro, um circuito pode ser monofásico, bifásico ou trifásico, assim como seu disjuntor de proteção.

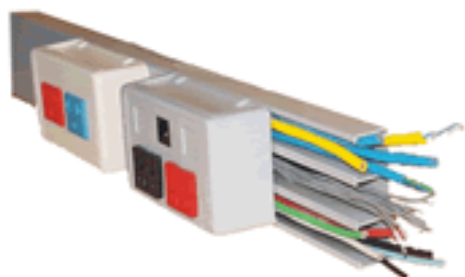
Em uma instalação bifásica ou trifásica, as cargas devem ser distribuídas entre as fases, de forma a equilibrar as correntes nas fases.

Sempre que necessária a realização de manutenção em um equipamento do circuito, o mesmo deve ser desligado através do seu disjuntor.





Nas instalações do PRD, são admitidos eletrocalhas e dutos de FG, porem quando se tratar das instalações do Quadro do **PROINFO**, nas salas é utilizado **dutos de alumínio**, com septo divisor.



## 12- ESQUEMAS DE LIGAÇÃO

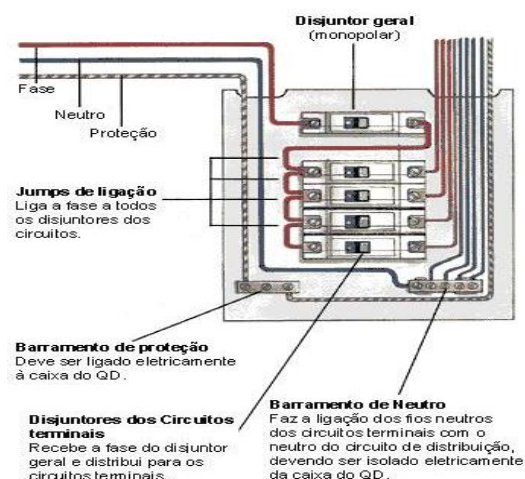
A entrada de um consumidor em BT pode ser Monofásica, Bifásica ou Trifásica, dependendo da Potência de Demanda, conforme visto.

Em todos os quadros do PRD e Proinfo, a barra de terra dos mesmos é interligada ao Barramento de Equalização Equipotencial.

### 12.1 MONOFÁSICO: INSTALAÇÃO A 02 FIOS (01 NEUTRO E 01 FASE) + TERRA

Este tipo de entrada somente admite alimentar cargas monofásicas, com Fase e Neutro.

Exemplo de cargas monofásicas: Computador, impressora, geladeira, etc.



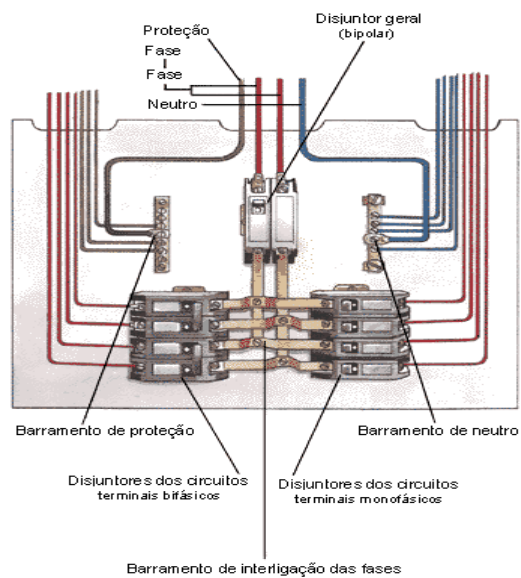


## 12.2 BIFÁSICO: INSTALAÇÃO A 03 FIOS (01 NEUTRO E 02 FASES) + TERRA

Este tipo de entrada admite alimentar cargas monofásicas e bifásicas.

As cargas monofásicas são alimentadas por Fase e Neutro, enquanto que as bifásicas são alimentadas por 02 Fases.

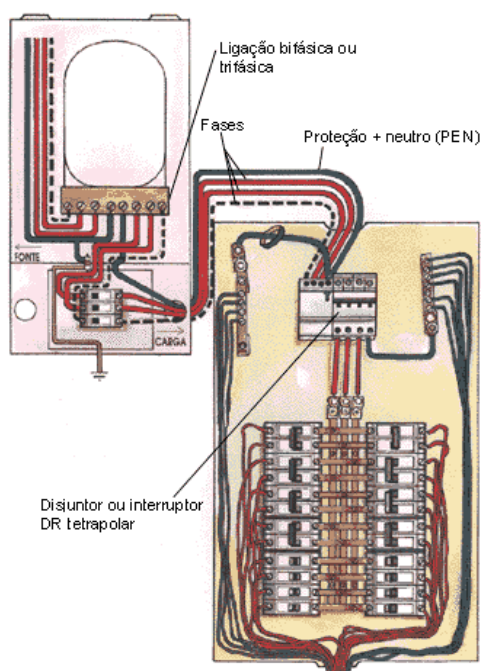
Exemplo de cargas bifásicas: Aparelho de ar condicionado, chuveiros de altas potencias, etc.



## 12.3 TRIFÁSICO: INSTALAÇÃO A 04 FIOS (01 NEUTRO E 03 FASES) + TERRA

Este tipo de entrada admite alimentar cargas monofásicas, bifásicas e trifásicas. As cargas monofásicas são alimentadas por Fase e Neutro, as bifásicas por 02 Fases e as trifásicas pelas 03 Fases simultaneamente.

Exemplo de cargas trifásicas: Motores elétricos trifásicos.



## 12.4 - CORES DA ISOLAÇÃO DOS CONDUTORES RECOMENDADAS PELA NBR 5410/2004

**Neutro:** Azul Claro.

**Terra:** Verde ou Verde/Amarelo.

**Retorno:** Branco

No aterramento:

**PE –** Verde ou Verde/Amarelo.

**Fase:** qualquer cor, à exceção das anteriores.