



# **ELECTRICIDADE – MÉDIA TENSÃO**

---

Formador: António Subida



## ÍNDICE

### **CAPÍTULO 1** – INTRODUÇÃO

Conceitos de Sistemas de Medida, Electricidade, Energia e Potência, CC e CA, Medidas Eléctricas em CA; Equipamentos de medida ; Qualidade da energia eléctrica – perturbações que afectam a qualidade da energia eléctrica ; o arco eléctrico; prevenção e extinção do arco; agentes extintores; perigos e consequências .....

PAG 3

### **CAPÍTULO 2** - FUNDAMENTOS DE MÉDIA TENSÃO

Fundamentos de MT; Constituição de um de um PT ; equipamentos de comando protecção e manobra .....

PAG 33

### **CAPÍTULO 3** - RESPONSABILIDADES

Normas e procedimentos .....

PAG 44

### **CAPÍTULO 4** - MANOBRAS EM MÉDIA TENSÃO .....

PAG 62

### **CAPÍTULO 5** - QUADRO GERAL DE BAIXA TENSÃO

(Constituição e manobras ) .....

PAG 66

### **CAPÍTULO 6** - COMUTAÇÃO REDE GERADOR DE EMERGÊNCIA .....

PAG 80

### **CAPÍTULO 7** - HSST Equipamentos de protecção individual e colectiva ....

PAG 82

### **CAPÍTULO 8** - ANEXOS.....

PAG 93

Formador: António Subida



## **CAPÍTULO 1 – INTRODUÇÃO**

No mundo actual, a grande maioria das aplicações que dependem de electricidade são alimentadas por corrente alternada. Existem fortes motivos para que isto aconteça:

- a geração de grandes quantidades de energia é mais económica em CA do que em CC; de facto todas as grandes centrais eléctricas produzem tensões CA, ficando as fontes de CC para aplicações especiais ou que envolvam a necessidade de portabilidade;
- pela mesma razão antes exposta, a alimentação por CA é encontrada em qualquer instalação eléctrica residencial, comercial ou industrial;
- a transformação de CA em CC (rectificação) é simples, barata e eficiente; a transformação inversa (CC em CA, chamada inversão) já é mais elaborada e tem maior custo;
- os motores alimentados por CA são mais baratos e são usados em praticamente todas as aplicações de força-motriz;
- a alimentação em CA permite o uso de transformadores, com os quais se podem alterar níveis de tensão ou corrente para quaisquer valores.

Via de regra, o uso de CC está restrito a operações específicas (como a electrólise), à alimentação de motores de CC ou a situações onde a portabilidade da fonte é exigida (como no caso de veículos auto-motrizes). Porém o uso de CA traz um problema inexistente em CC: o surgimento dos fenómenos da indutância e da capacidade, os quais podem produzir perdas em algumas situações, como nas linhas de transmissão de energia.



## CIRCUITOS DE CORRENTE ALTERNADA

### MATEMÁTICA DA CORRENTE ALTERNA - FUNÇÕES SINUSOIDAIS

As grandezas CA são funções cíclicas, isto é suas formas de onda se repetem periodicamente. Denomina-se *período* ( $T$ ) ao tempo que a função demora para se repetir e *frequência* ( $f$ ) ao número de ciclos repetidos ao longo de um período.

Então

$$T \cdot f = 1 \text{ (eq.1)}$$

O período é expresso em *segundos* (s), enquanto a frequência é medida em *Hertz* (Hz).

Como as sinusoides completam um ângulo igual a  $2\pi$  radianos ( $360^\circ$ ) num período, a velocidade angular é dada por

$$fT_{ppw} = 2 = 2 \text{ (eq.2)}$$

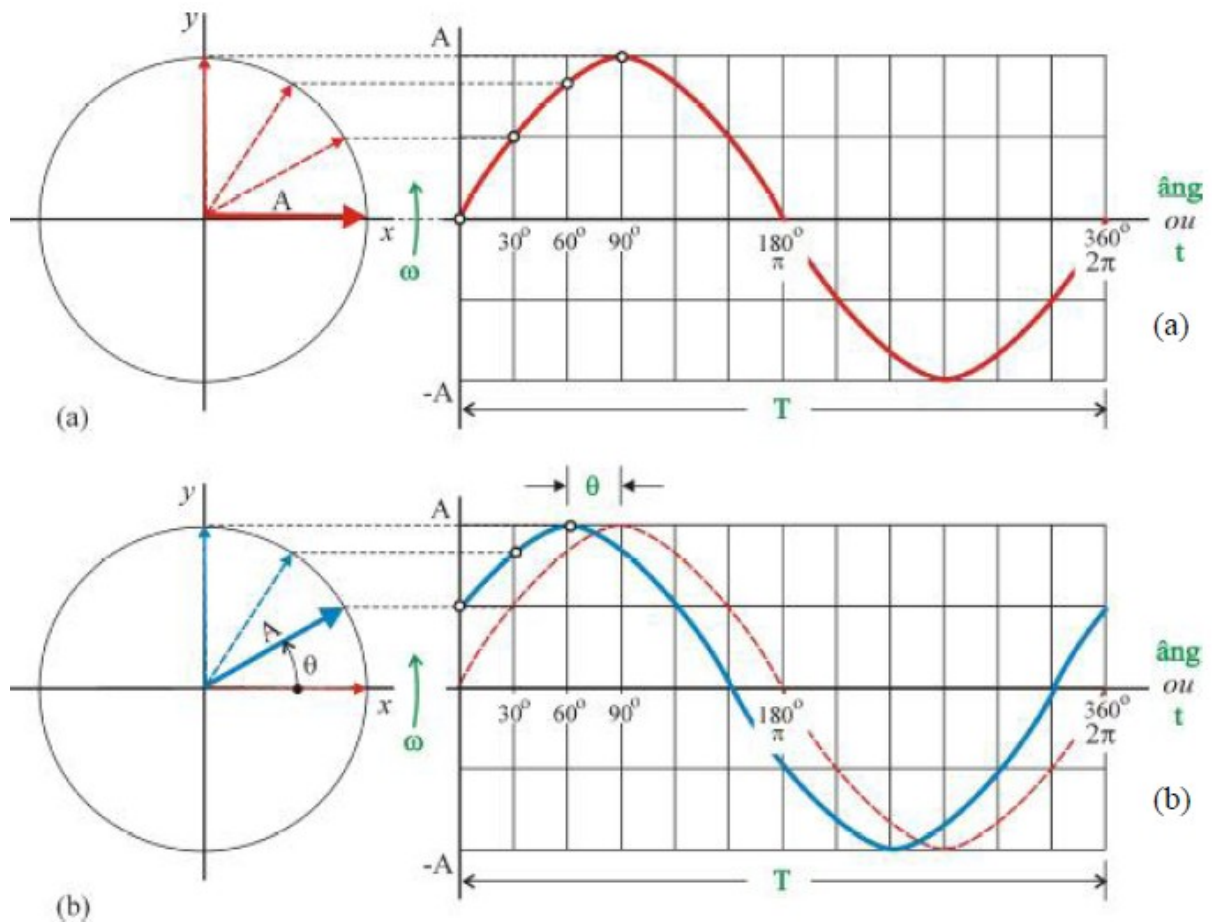


Figura 5.1 – Geração de funções sinusoidais a partir de vetores: (a) função seno original; (b) função seno adiantada de  $\theta$  graus em relação à original.

A Figura 5.1a mostra uma senoide gerada a partir da rotação de um vetor centrado na origem de um sistema de eixos coordenados. A cada ângulo descrito pelo vetor, relativamente ao eixo x, há uma correspondente projeção sobre o eixo y, de maneira que se tem, na curva à direita, pontos com coordenadas (x;y).

Na Figura 5.1b, o vetor “parte” com um ângulo inicial  $\theta$  e a curva resultante assemelha-se à função seno original “puxada” para a esquerda. Na comparação entre a função gerada pelo vetor e a senoide original (trace-



jada na figura) diz-se que a primeira está *adiantada* de  $\theta$  em relação à segunda, eis que eventos semelhantes (por exemplo, o instante em que cada uma delas atinge o valor de pico) acontecem antes com ela.

Grandezas de CA, como as mostradas na Figura 5.1, são chamadas funções *sinusoidais*, pois têm formas de onda semelhantes a sinusoides; são perfeitamente descritas pela equação

$$f(t) = A \sin(\omega t + \theta) \quad (\text{eq. 5.3})$$

onde:

$A$  = *amplitude*, também chamado *valor de pico*, que corresponde ao maior valor alcançado pela função ao longo do período; sua unidade é a mesma da grandeza representada (V, A ou W);

$\omega$  = *velocidade angular*, dada em radianos por segundo (rad/s), que expressa a velocidade com que os ciclos se repetem;

$\theta$  = *ângulo de fase* (dado em graus decimais, o), o qual determina o deslocamento da forma de onda em relação à função seno "original".

(a)

(b)

30

Os instrumentos de medida de correntes e tensões CA usualmente trabalham com o chamado *valor eficaz* (ou *rms*) dessas funções, o qual é um valor fixo e igual a  $\text{Valor eficaz} = \frac{A}{\sqrt{2}}$  (5.4) tendo as mesmas unidades da função original.

**Exemplo 5.1** – O gráfico da Figura 5.2 mostra a tensão  $u$  e a corrente  $i$  associadas a uma carga. Determinar: (a) a frequência de cada uma das grandezas; (b) o valor eficaz de cada uma delas; (b) o ângulo de defasagem da corrente em relação à tensão.

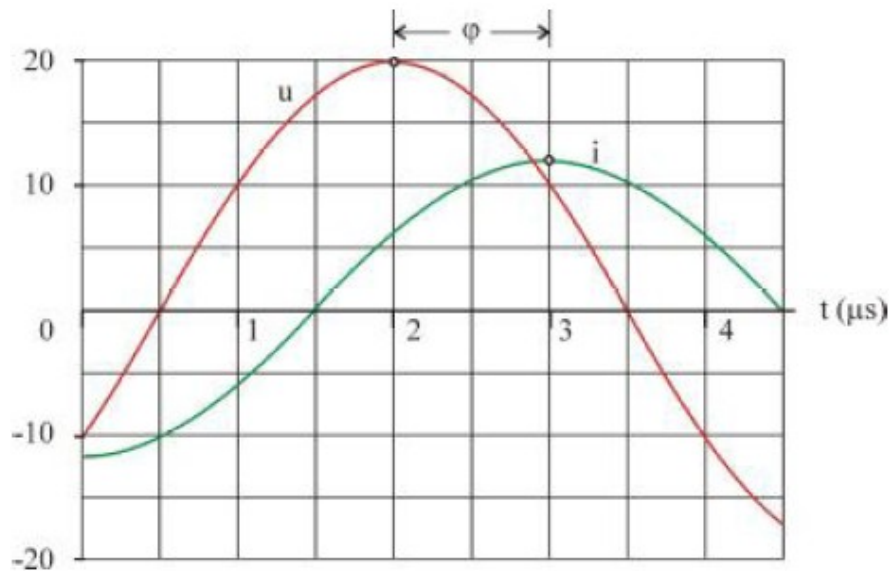


Figura 5.2 – Exemplo 5.1

## Solução

(a) Na escala de tempo (eixo horizontal) da Figura 5.2, cada quadrícula corresponde a  $0,5 \mu\text{s}$ . Não se pode ver o período completo de qualquer das funções, porém  $\frac{1}{2}$  período (de qualquer delas) equivale a 6 quadrículas, logo  $T = 2 \times 6 \times 0,5 = 6 \mu\text{s}$  e a frequência (Equação 5.1) é  $166,67 \text{ kHz}$

6 10

f 1 6 =

×

= -

(b) No eixo vertical, cada quadrícula equivale a 5 unidades (V ou A), logo a tensão de pico é  $u_{\text{pico}} = 20 \text{ V}$  e a corrente de pico é  $i_{\text{pico}} = 12,5 \text{ A}$ . Os valores eficazes são dados pela Equação 5.4:

14,14 V

2

U 20 ef = = 8,84 A

2



I 12,5 ef = = .

(c) Os ângulos podem ser contados no eixo horizontal. Lembrando um ciclo completo da senoide vale  $360^\circ$ , vê-se que  $\frac{1}{2}$  ciclo ( $180^\circ$ ) corresponde a 6 quadriculas horizontais, portanto cada uma delas vale  $180^\circ/6 = 30^\circ$ . Se forem tomados dois eventos semelhantes - por exemplo, o instante correspondente ao 31 valor de pico - vê-se na Figura 5.2 que a corrente atinge seu pico 2 quadriculas *após* a tensão; portanto, a corrente está *atrasada* de  $60^\circ$  em relação à tensão.

### OS ELEMENTOS BÁSICOS DE UM CIRCUITO SUBMETIDOS A CA

É importante entender o que acontece com os elementos básicos quando submetidos à excitações CA. Resistências não sofrem outra influência que não a de sua própria resistência, isto é, a oposição à passagem de corrente. Nos Resistências, a corrente e a tensão sempre estão em fase (Figura 5.2a) Porém indutores e condensadores “sentem” a variação temporal da corrente e a defasam em relação à tensão: condensadores adiantam a corrente em  $90^\circ$ , enquanto que indutores a atrasam pelo mesmo ângulo (Figuras 5.2b e c). Este comportamento deve-se à própria natureza desses elementos, cujo funcionamento exige o fornecimento de energia para formação de campos elétricos ou magnéticos, sem a realização de trabalho útil .

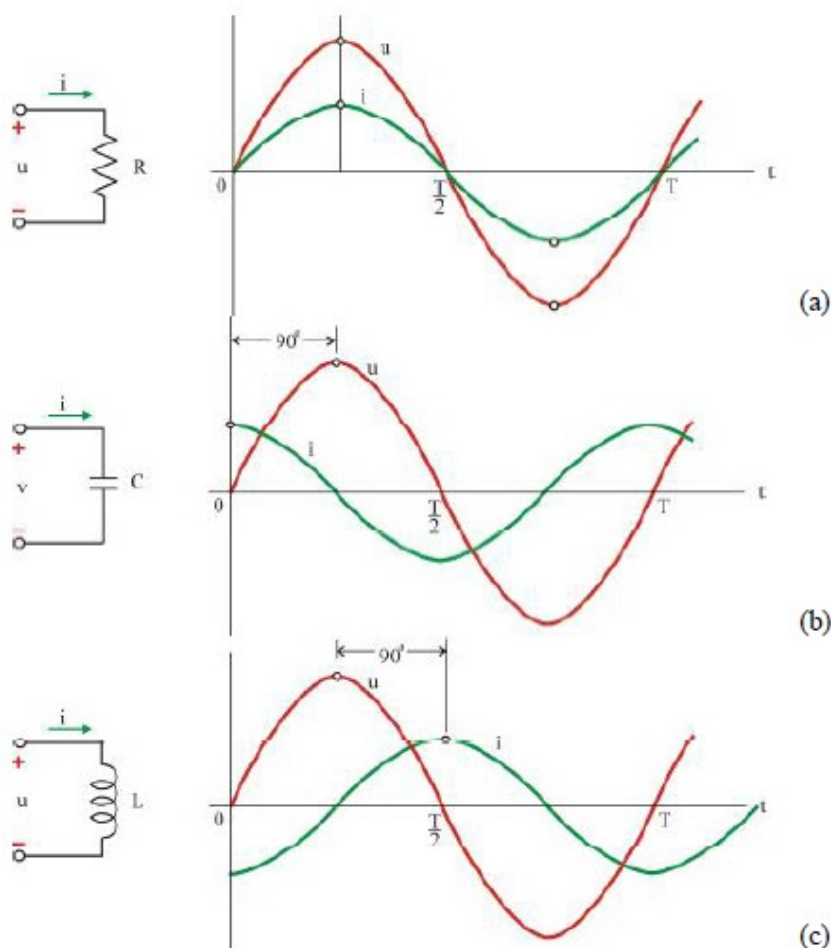


Figura 5.3 – Formas de onda de tensão  $U$  e corrente  $I$ , em CA, para os elementos básicos dos circuitos: (a) Resistências; (b) condensadores; (c) indutores.

Devido a esta “reação” de condensadores e indutores à passagem de CA, estes elementos são ditos *reativos* e caracterizados por uma *reatância*, medida em ohms ( $\Omega$ ):

- reatância capacitiva:

$$C f C$$



$$X_C \omega = 1 \Rightarrow 1 = 1 \text{ (eq.5.5)}$$

- reatância indutiva:  $X_L = \omega L = 2\pi f L$  (eq.5.6)

Conforme visto anteriormente, os equipamentos e dispositivos práticos podem ser analisados a partir de modelos que incorporam resistências, indutores e condensadores.

Quando excitados por CA esses equipamentos produzem dois efeitos:

- causam oposição à passagem das correntes, por causa de sua resistência;
- produzem defasagem da corrente em relação à tensão, em razão de sua reatância.

Como não existem indutores ou condensadores ideais, na prática o ângulo de defasagem da corrente em relação à tensão (chamado  $\phi$ ) sempre será menor que 90°, em atraso (cargas indutivas) ou em avanço (cargas capacitivas).

A impedância de um dispositivo é uma grandeza que agrega esses dois aspectos, incorporando a resistência  $R$  e a reatância  $X$ . Diz-se que esses "ingredientes" da impedância estão "em quadratura", isto é, dispostos em ângulo reto, de modo que a impedância pode ser representada por um triângulo retângulo desenhado para baixo (cargas indutivas) ou para cima (cargas capacitivas), conforme se mostra Figura 5.4.

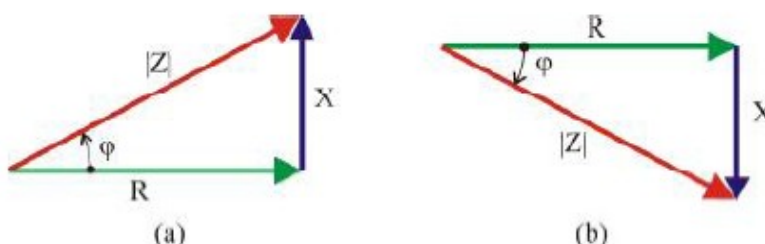


Figura 5.4 – Representação de impedância: (a) carga com característica indutiva; (b) carga com característica capacitiva.

A impedância de uma carga é caracterizada por dois parâmetros:

- *módulo*, dado por

$$Z = \sqrt{R^2 + X^2} \text{ (eq. 5.7)}$$

independente da característica (indutiva ou capacitiva) desta carga e é expresso em ohms ( $\Omega$ ). Este módulo representa a relação entre os valores eficazes da tensão ( $U_{ef}$ ) e da corrente ( $I_{ef}$ ), isto é:

$$|U| = |Z| I \text{ (eq.5.8)}$$

- *ângulo*, calculado pela expressão  $\phi = \tan^{-1} \frac{X}{R}$  (5.9)

sendo dado em graus decimais ( $^\circ$ ). Este ângulo representa a defasagem entre a tensão  $u$  e a corrente  $i$  no elemento, ou seja:

$$\phi = \angle u - \angle i \text{ (5.10)}$$

e será positivo no caso de carga com característica indutiva; se a carga tiver característica capacitiva o ângulo será negativo.

Nas situações práticas, a maioria das cargas tem característica indutiva: é o caso de motores de indução, aparelhos de solda elétrica, lâmpadas fluorescentes e muitas outras. As cargas com característica capacitiva são mais raras, como o caso de motores síncronos sobre-excitados, mas o uso de condensadores em instalações industriais é muito comum, já que compensam o atraso das outras cargas (indutivas) promovendo o avanço da corrente em relação à tensão.

## POTÊNCIA EM CA

Quando uma tensão alternada  $u = U \sin \omega t$  é aplicada a uma carga, a corrente que circula será dada por:

$$i = I \sin(\omega t - \phi)$$

sendo  $I_p$  a corrente de pico.

A potência instantânea  $p$ , calculada através da Equação 1.4 é:

$$\frac{U I}{2} \cos \phi$$



U I

$$p_{UI} = \frac{1}{T} \int_0^T p \, dt = \frac{1}{T} \int_0^T u i \, dt \quad (\text{eq.5.11})$$

e resulta numa curva semelhante à mostrada na Figura 5.5

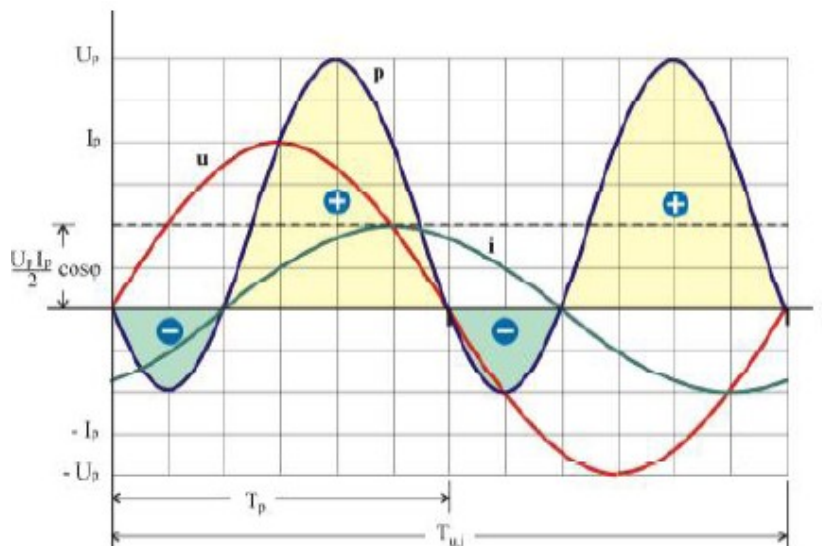


Figura 5.5 – Curvas de tensão (U), corrente (I) e potência instantânea ( $P_{\text{inst}}$ ) em uma impedância  $Z = |Z| \angle \varphi$ .

O significado desta curva é importante: ela mostra que a carga absorve a potência fornecida pela fonte de alimentação (a potência positiva, indicada pelo sinal + 34 na Figura 5.3) durante certo intervalo de tempo; a seguir, parte dessa potência é fornecida *pela* carga, ou seja, é devolvida a fonte (potência negativa). A potência fornecida pela fonte é “usada” pela carga de 2 formas distintas:

- uma parte é transformada em trabalho útil (como o aquecimento de um resistor ou a rotação de um motor)
- outra parte é utilizada para a formação de campos elétricos e/ou magnéticos relacionados aos elementos reativos da carga; como não é transformada em trabalho útil e é devolvida a fonte (intervalo – na Figura 5.3).

A potência média  $P$  é dada pela integral da Equação 5.11 e resulta em

$$P = UI \cos \varphi \quad (\text{5.12})$$

onde  $U$  e  $I$  são valores *eficazes* de tensão e de corrente, respectivamente. Esta é a potência *ativa* (também chamada *real*), capaz de realizar trabalho útil; sua unidade é o Watt (W). A energia relativa a esta potência é registrada nos medidores de energia (em kWh) existentes nas instalações e constitui-se na base para o cálculo da “conta de luz” paga mensalmente.

A potência *reativa* ( $Q$ ) – aquela usada apenas para a formação de campos elétricos ou magnéticos nos elementos reativos – é dada por

$$Q = UI \sin \varphi \quad (\text{eq.5.13})$$

e sua unidade é o Volt-Ampère reativo (VAR). A energia relativa a esta potência *não* é computada nos medidores de kWh, de forma que não pode se cobrar (pelo menos diretamente) pela concessionária.

Denomina-se potência *aparente* ( $S$ ) àquela que engloba as duas anteriores, sendo dada por

$$S = P^2 + Q^2 \quad (\text{eq. 5.14})$$

e tendo por unidade o Volt-Ampère (VA).

$$\text{Então } S = (UI \cos \varphi)^2 + (UI \sin \varphi)^2 = (UI)^2 (\cos^2 \varphi + \sin^2 \varphi) \therefore S = UI \quad (\text{eq.5.15})$$

A potência aparente é usada para especificações de fontes (transformadores e geradores), pois permite determinar a corrente máxima para determinada tensão de fornecimento.

As expressões 5.12 até 5.14 lembram relações trigonométricas de triângulo retângulo. De fato, se  $P$  e  $Q$  forem tomados como catetos,  $S$  será a hipotenusa. A Figura 5.6 mostra como seriam os triângulos de potências de uma carga com característica, respectivamente, indutiva, capacitiva e puramente resistiva.



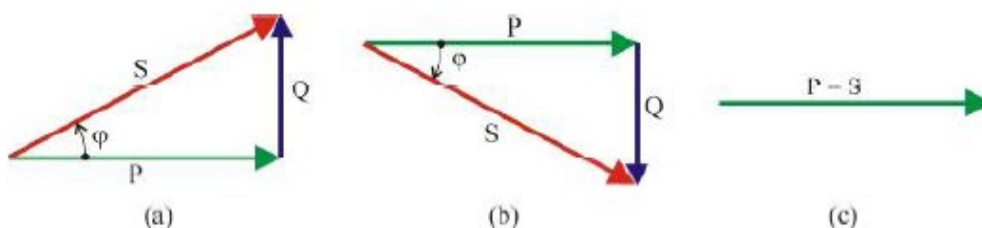


Figura 5.6 – Triângulo de potências de carga: (a) indutiva; (b) capacitiva; (c) resistiva.

Pode-se entender melhor o significado de cada potência examinando o esquema mostrado na Figura 5.7. A fonte fornece às cargas a potência aparente  $S$ ; uma parte desta é transformada em potência ativa  $P$  (como o calor gerado por um aquecedor elétrico ou o conjugado desenvolvido por um motor assíncrono) e a outra, correspondente à potência reativa  $Q$ , é utilizada na formação de campos magnéticos (cargas indutivas) ou elétricos (cargas capacitivas). Como não é transformada em energia consumida, esta potência reativa é devolvida à fonte durante o restante do ciclo<sup>1</sup>. A potência aparente  $S$  corresponde a soma “vetorial” de  $P$  e  $Q$  (Equação 5.14).

Vê-se que uma parcela de potência ( $P$ ) é efetivamente utilizada e a outra ( $Q$ ) fica “viajando” da fonte (transformador) para a carga (motor) e vice-versa. A energia reativa não é registrada nos medidores comuns de kWh, de modo que não aparece nas “contas de luz” – a menos que as concessionária de energia elétrica utilizem um medidor específico para tal.



Figura 5.7 – Fluxo de potência entre fonte e cargas.

Numa instalação elétrica podem-se encontrar todos os tipos de carga. As potências ativa e reativa totais são

$$\text{dadas por } = \sum_{T i} P \quad (5.16) \text{ e } = \sum_{T i \text{ ind}} - \sum_{T i \text{ cap}} Q \quad (\text{eq.5.17})$$

onde  $P_i$ ,  $Q_{i \text{ ind}}$  e  $Q_{i \text{ cap}}$  significam, respectivamente, os kW, kVar indutivos e kVar capacitivos de cada uma das cargas que compõe a instalação.

É importante notar que a potência aparente total *não* pode ser obtida pela soma das potências aparentes individuais. Ela deve ser calculada usando-se a Equação 5.15.

<sup>1</sup> Transporte este raciocínio para a curva de potência da Figura 6.5.



## Página 10 - 94



2''''  
3''''  
4'

Pergunta-se:

- (a) se estiverem disponíveis transformadores de 5, 7,5, 10 e 15 kVA, dimensionar o mais adequado com potência para alimentar a instalação?
- (b) qual o consumo da instalação nesse período?
- (c) qual a maior corrente solicitada à rede de alimentação no período?
- (d) quantos kVAr capacitivos serão necessários para corrigir o *pior* FP do período para 0,92 em atraso?

## Solução

Cálculo das potências individuais, anotadas no Quadro 2:

Cálculo de P → no caso de motores:

1000

P 736

P cv

kW h'

,

=

Cálculo de S → Equação 5.19:

FP

S = P

Cálculo de Q → Equação 5.14:  $Q = S^2 - P^2$

38

Quadro 2 – Potências das cargas individuais do Exemplo 5.3

Carga P (kW) S (kVA) Q (kVAr)\* FP\*

1 1,00 2,00 2,24 ind 0,50 ind

2 2,83 3,77 2,49 ind 0,85 ind

3 4,49 4,99 2,18 ind 0,90 ind

4 2,0 2,0 0,00 i 1,00

\* *ind* indica característica indutiva (em atraso).

As potências demandadas em cada horário do turno são dadas no Quadro 3:

Cálculo de Ph (Equação 5.16):  $= \sum h_i P_i$

Cálculo de Qh (Equação 5.17):  $= \sum h_i Q_i$

Cálculo de Sh Equação 5.14):  $2h$

2

h h S = P + Q

Cálculo do FPh (Equação 5.19):

h

h

h S

FP = P

Cálculo da corrente (Equação 5.15):

220

S 1000

U

S 1000

I h h

h

,

=

,

=



Quadro 3 – Potências das cargas do Exemplo 5.3 por turno

Turno	Ph (kW)	Qh (kVAr)*	Sh (kVA)	Fph* Ih (A)	
08:00 – 09:00	3,83	4,73 ind	6,09	0,63 ind	27,68
09:00 – 10:00	5,49	4,42 ind	7,05	0,78 ind	32,05
10:00 – 11:00	8,15	6,91 ind	10,69	0,76 ind	48,59
11:00 – 12:00	5,83	4,73 ind	7,51	0,78 ind	34,14
12:00 – 13:00	7,32	4,67 ind	8,68	0,84 ind	39,45

\* ind indica característica indutiva (em atraso).

(a) O transformador deve ter potência (kVA) suficiente para alimentar as cargas na situação de maior exigência que é o período das 10:00-11:00h, quando  $S = 10,69$  kVA. Considerando uma tolerância de 10% , vê-se que o transformador de 10 kVA poderia ser utilizado.

(b) Consumo =  $\sum P \times t_h$ .

Como todos os intervalos são de 1 h:

Consumo =  $3,83 \times 1 + 5,49 \times 1 + 8,15 \times 1 + 5,83 \times 1 + 7,32 \times 1 = 30,62$  kWh.

(c) A maior corrente solicitada é 48,59 A (turno 10:00–11:00 h).

(d) Pior FP = 0,63 (turno 08:00-09:00 h). Entrando com este valor como FP inicial e 0,92 como FP final na Tabela 5.1 encontra-se  $k = 0,807$ . De acordo com as instruções da Secção 5.5:  $Q_{cap} = k \times Ph = 0,807 \times 3,83 = 3,09$  kVAr capacitivos.



Tabela 5.1 – Correção do factor de potência

factor de potência final (FP<sub>f</sub>)

	0,85	0,86	0,87	0,88	0,89	0,90	0,91	0,92	0,93	0,94	0,95	0,96	0,97	0,98	0,99	1,00
0,50	1,112	1,139	1,165	1,192	1,220	1,248	1,276	1,306	1,337	1,369	1,403	1,440	1,481	1,529	1,590	1,732
0,51	1,067	1,093	1,120	1,147	1,174	1,202	1,231	1,261	1,291	1,324	1,358	1,395	1,436	1,484	1,544	1,687
0,52	1,023	1,049	1,076	1,103	1,130	1,158	1,187	1,217	1,247	1,280	1,314	1,351	1,392	1,440	1,500	1,643
0,53	0,980	1,007	1,033	1,060	1,088	1,116	1,144	1,174	1,205	1,237	1,271	1,308	1,349	1,397	1,458	1,600
0,54	0,939	0,965	0,992	1,019	1,046	1,074	1,103	1,133	1,163	1,196	1,230	1,267	1,308	1,356	1,416	1,559
0,55	0,899	0,925	0,952	0,979	1,006	1,034	1,063	1,092	1,123	1,156	1,190	1,227	1,268	1,315	1,376	1,518
0,56	0,860	0,886	0,913	0,940	0,967	0,995	1,024	1,053	1,084	1,116	1,151	1,188	1,229	1,276	1,337	1,479
0,57	0,822	0,848	0,875	0,902	0,929	0,957	0,986	1,015	1,046	1,079	1,113	1,150	1,191	1,238	1,299	1,441
0,58	0,785	0,811	0,838	0,865	0,892	0,920	0,949	0,979	1,009	1,042	1,076	1,113	1,154	1,201	1,262	1,405
0,59	0,749	0,775	0,802	0,829	0,856	0,884	0,913	0,942	0,973	1,006	1,040	1,077	1,118	1,165	1,226	1,368
0,60	0,714	0,740	0,767	0,794	0,821	0,849	0,878	0,907	0,938	0,970	1,005	1,042	1,083	1,130	1,191	1,333
0,61	0,679	0,706	0,732	0,759	0,787	0,815	0,843	0,873	0,904	0,936	0,970	1,007	1,048	1,096	1,157	1,299
0,62	0,646	0,672	0,699	0,726	0,753	0,781	0,810	0,839	0,870	0,903	0,937	0,974	1,015	1,062	1,123	1,265
0,63	0,613	0,639	0,666	0,693	0,720	0,748	0,777	0,807	0,837	0,870	0,904	0,941	0,982	1,030	1,090	1,233
0,64	0,581	0,607	0,634	0,661	0,688	0,716	0,745	0,775	0,805	0,838	0,872	0,909	0,950	0,998	1,058	1,201
0,65	0,549	0,576	0,602	0,629	0,657	0,685	0,714	0,743	0,774	0,806	0,840	0,877	0,919	0,966	1,027	1,169
0,66	0,519	0,545	0,572	0,599	0,626	0,654	0,683	0,712	0,743	0,775	0,810	0,847	0,888	0,935	0,996	1,138
0,67	0,488	0,515	0,541	0,568	0,596	0,624	0,652	0,682	0,713	0,745	0,779	0,816	0,857	0,905	0,966	1,108
0,68	0,459	0,485	0,512	0,539	0,566	0,594	0,623	0,652	0,683	0,715	0,750	0,787	0,828	0,875	0,936	1,078
0,69	0,429	0,456	0,482	0,509	0,537	0,565	0,593	0,623	0,654	0,686	0,720	0,757	0,798	0,846	0,907	1,049
0,70	0,400	0,427	0,453	0,480	0,508	0,536	0,565	0,594	0,625	0,657	0,692	0,729	0,770	0,817	0,878	1,020
0,71	0,372	0,398	0,425	0,452	0,480	0,508	0,536	0,566	0,597	0,629	0,663	0,700	0,741	0,789	0,849	0,992
0,72	0,344	0,370	0,397	0,424	0,452	0,480	0,508	0,538	0,569	0,601	0,635	0,672	0,713	0,761	0,821	0,964
0,73	0,316	0,343	0,370	0,396	0,424	0,452	0,481	0,510	0,541	0,573	0,608	0,645	0,686	0,733	0,794	0,936
0,74	0,289	0,316	0,342	0,369	0,397	0,425	0,453	0,483	0,514	0,546	0,580	0,617	0,658	0,706	0,766	0,909
0,75	0,262	0,289	0,315	0,342	0,370	0,398	0,426	0,456	0,487	0,519	0,553	0,590	0,631	0,679	0,739	0,882
0,76	0,235	0,262	0,288	0,315	0,343	0,371	0,400	0,429	0,460	0,492	0,526	0,563	0,605	0,652	0,713	0,855
0,77	0,209	0,235	0,262	0,289	0,316	0,344	0,373	0,403	0,433	0,466	0,500	0,537	0,578	0,626	0,686	0,829
0,78	0,183	0,209	0,236	0,263	0,290	0,318	0,347	0,376	0,407	0,439	0,474	0,511	0,552	0,599	0,660	0,802
0,79	0,156	0,183	0,209	0,236	0,264	0,292	0,320	0,350	0,381	0,413	0,447	0,484	0,525	0,573	0,634	0,776
0,80	0,130	0,157	0,183	0,210	0,238	0,266	0,294	0,324	0,355	0,387	0,421	0,458	0,499	0,547	0,608	0,750
0,81	0,104	0,131	0,157	0,184	0,212	0,240	0,268	0,298	0,329	0,361	0,395	0,432	0,473	0,521	0,581	0,724
0,82	0,078	0,105	0,131	0,158	0,186	0,214	0,242	0,272	0,303	0,335	0,369	0,406	0,447	0,495	0,556	0,698
0,83	0,052	0,079	0,105	0,132	0,160	0,188	0,216	0,246	0,277	0,309	0,343	0,380	0,421	0,469	0,530	0,672
0,84	0,026	0,053	0,079	0,106	0,134	0,162	0,190	0,220	0,251	0,283	0,317	0,354	0,395	0,443	0,503	0,646
0,85	-	0,026	0,053	0,080	0,107	0,135	0,164	0,194	0,225	0,257	0,291	0,328	0,369	0,417	0,477	0,620
0,86	-	-	0,027	0,054	0,081	0,109	0,138	0,167	0,198	0,230	0,265	0,302	0,343	0,390	0,451	0,593
0,87	-	-	-	0,027	0,054	0,082	0,111	0,141	0,172	0,204	0,238	0,275	0,316	0,364	0,424	0,567
0,88	-	-	-	-	0,027	0,055	0,084	0,114	0,145	0,177	0,211	0,248	0,289	0,337	0,397	0,540
0,89	-	-	-	-	-	0,028	0,057	0,086	0,117	0,149	0,184	0,221	0,262	0,309	0,370	0,512
0,90	-	-	-	-	-	-	0,029	0,058	0,089	0,121	0,156	0,193	0,234	0,281	0,342	0,484
0,91	-	-	-	-	-	-	-	0,030	0,060	0,093	0,127	0,164	0,205	0,253	0,313	0,456
0,92	-	-	-	-	-	-	-	-	0,031	0,063	0,097	0,134	0,175	0,223	0,284	0,426
0,93	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,032	0,067	0,104	0,145	0,192	0,253	0,395
0,94	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,034	0,071	0,112	0,160	0,220	0,363
0,95	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,037	0,078	0,126	0,186	0,329
0,96	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,041	0,089	0,149	0,292
0,97	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,048	0,108	0,251
0,98	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,061	0,203
0,99	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,142
Factor de potência inicial (FP <sub>i</sub> )																
1,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-



## CIRCUITOS TRIFÁSICOS

Sistemas trifásicos são largamente usados na geração, transmissão e distribuição de energia eléctrica em alta potência. Algumas vantagens desses sistemas, quando comparados aos monofásicos, são:

- possibilidade de obtenção de 2 tensões diferentes na mesma rede ou fonte; além disso, os circuitos monofásicos podem ser alimentados pelas fases do sistema trifásico;
- as máquinas trifásicas têm quase 50% a mais de potência que as monofásicas de mesmo peso e volume;
- o conjugado dos motores trifásicos é mais constante que o das máquinas monofásicas;
- para transmitir a mesma potência, as redes trifásicas usam condutores de menor bitola que as monofásicas;
- redes trifásicas criam campos magnéticos giratórios, utilizados pelos motores de indução trifásicos, que são os mais baratos e robustos de todos os motores eléctricos.

### Fontes Trifásicas

Uma fonte trifásica consiste em 3 fontes de CA com tensões de mesmo módulo, porém defasadas de 120º (Figura 5.8 a e b); dos terminais R, S e T são “puxados” condutores, que são chamadas *fases*, podem ser interligadas de 2 maneiras

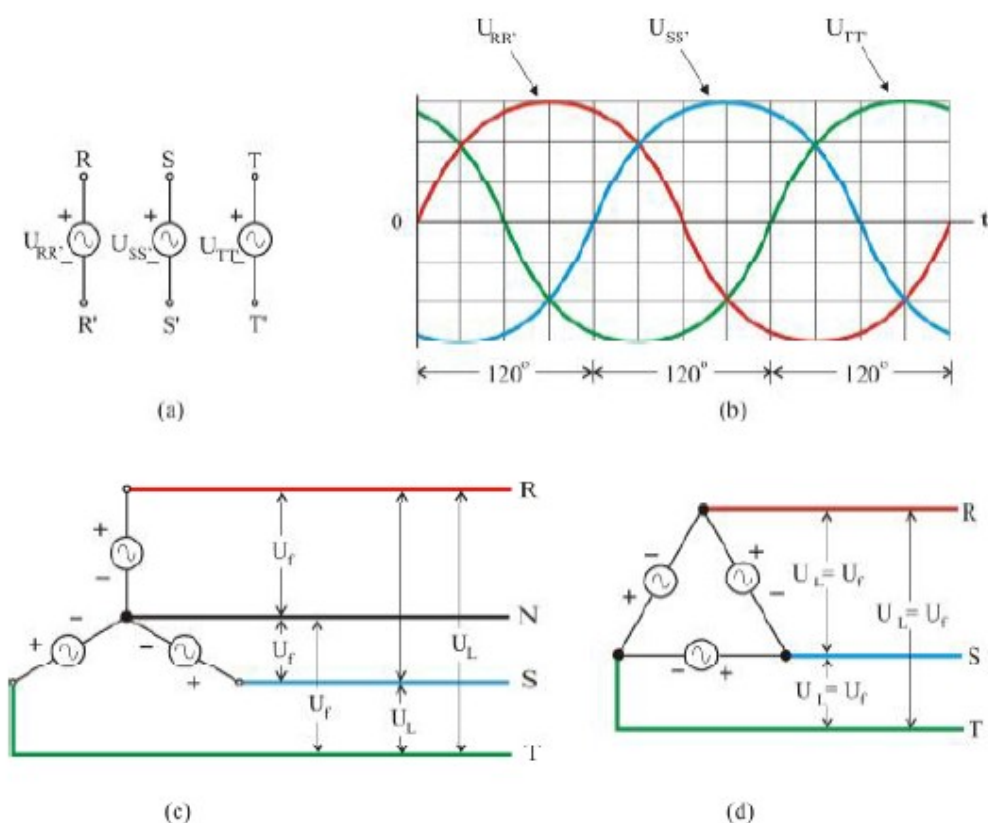


Figura 5.8 - Fontes trifásicas: (a) representação das fases da fonte; (b) defasagem entre as tensões; (c) ligação em Y; (d) ligação em D.

#### a) Em estrela (Y)

Para isto, ligam-se os terminais R', S' e T' (Figura 5.8c); o ponto da conexão dos é chamado neutro (N).

Neste caso, denomina-se tensão de fase ( $U_f$ ) à tensão entre os terminais de cada fase (fonte), que corresponde à tensão fase-neutro e tensão de linha ( $U_L$ ) à tensão entre duas fases.

Demonstra-se que, na conexão em Y

$$U_L = 3U_f \quad (5.20)$$





Então, as redes eléctricas são especificadas através de suas tensões de linha e de fase, sempre relacionadas por 3. As redes mais comuns são 380V/220V e 220V/127V3.

## b) Em triângulo ( $\Delta$ )

Esta configuração é obtida conectando-se R'- S, S'- T e T'- R (Figura 5.7d);

neste caso, não existe neutro, de forma que as tensões de linha e de fase são iguais  $L f U = U$  (5.21)

Uma característica das fontes trifásicas é a sequência de fases que indica a ordem em que as tensões aparecem no gráfico da Figura 5.7b (RST ou RTS). A inversão da sequência de fase pode causar alguns efeitos como a inversão do sentido de rotação de um motor de indução ou a alteração de níveis de tensão/corrente em certos sistemas trifásicos.

## Cargas Trifásicas Equilibradas

Cargas trifásicas são aquelas ligadas à fontes trifásicas e, tal como estas, são constituídas por 3 fases, cada qual com uma impedância de fase  $Z_f$ ; quando as 3 fases da carga têm impedância idênticas, ela é dita *equilibrada*.

*Neste curso, a menos que se diga o contrário, todas as cargas trifásicas são equilibradas; é importante lembrar que as equações que serão mostradas a seguir referem-se somente a este tipo de carga.*

Deve-se lembrar que as cargas são ligadas a fontes trifásicas, logo as relações vistas na Seção 5.6.1 continuam válidas. Esta conexão entre carga e fonte fará com que circulem dois tipos de corrente: a de fase ( $I_f$ ), que percorre cada fase da carga e a de linha ( $I_L$ ), que percorre os condutores que fazem a conexão da carga à fonte.

Assim como as fontes, uma carga trifásica pode ser ligada de 2 maneiras:

### a) Em estrela (Y)

Esta ligação é mostrada na Figura 5.9a. Considerando que:

$$L f U = 3U$$

é fácil constatar que neste tipo de ligação

$$L f I = I \quad (5.22)$$

No caso de cargas equilibradas, as correntes de linha serão iguais entre si (porém defasadas de 120° umas das outras), o mesmo acontecendo com as correntes de fase.

É costume dizer que a tensão de fase de uma rede é 220V, quando na verdade é 240V.

Nesse caso, a corrente no neutro ( $I_N$ ) será nula, portanto não há necessidade de usar-se o neutro em cargas trifásicas equilibradas.

Na Figura 5.9(b) mostra-se a ligação de uma carga em Y à rede trifásica. A conexão do neutro é mostrada em linha tracejada para ressaltar que é desnecessária a conexão com o neutro.

Cada fase da carga terá a mesma potência (dada pela Equação 5.12), logo a potência ativa total é

$$P = 3U I \cos \phi_{ff} \quad (5.23)$$

Porém considerando-se as Equações 5.20 e 5.22, pode-se explicitar a potência ativa por meio dos valores de linha

$$P = 3U I \cos \phi_{LL} \quad (5.24)$$

Considerando a Equação 5.12, deduz-se que a potência aparente em uma carga trifásica é dada por

$$S_{ffLL} = 3U I = 3U I \quad (5.25)$$

A potência reativa pode ser calculada através da Equação 5.14.

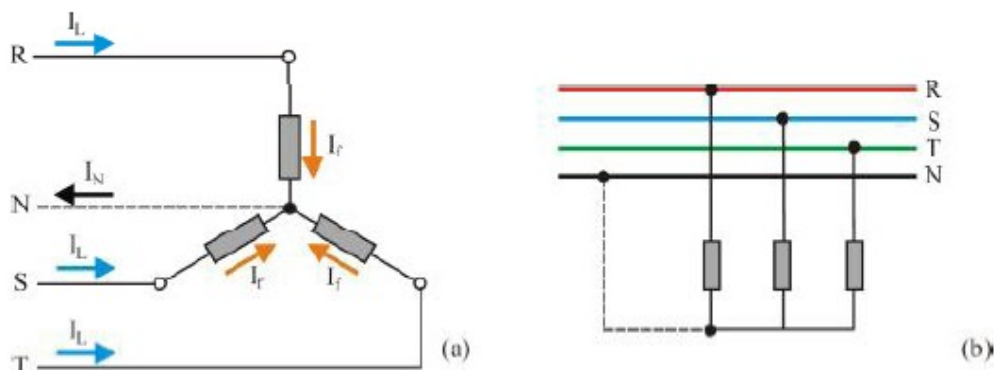




Figura 5.9 - Carga trifásica em Y: (a) indicação das correntes de linha, fase e neutro; (b) conexão à rede trifásica.

b) Em triângulo ( $\Delta$ )

A ligação é vista na Figura 5.10a. Nesse caso, em relação às tensões já se sabe que

$L \neq U = U$  porém no tocante às correntes, demonstra-se que  $L \neq I = 3I$  (5.26)

Pelo mesmo raciocínio desenvolvido para o caso de cargas em Y, conclui-se que as equações 5.23, 5.24 e 5.25 são válidas também para as cargas em  $\Delta$ . Na Figura 5.10b é mostrada a conexão de uma carga em  $\Delta$  a uma rede trifásica.

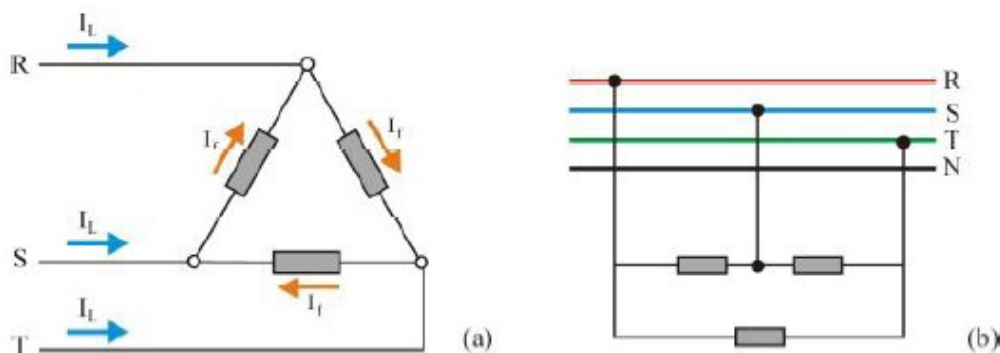


Figura 5.10 - Carga trifásica em  $\Delta$ : (a) indicação das correntes de linha e de fase; (b) conexão à rede trifásica.

### Cargas Trifásicas Desequilibradas

Todos os equipamentos trifásicos são equilibrados; porém a conexão de dispositivos mono e/ou trifásicos, distribuídos pelas fases de uma fonte trifásica, representa uma carga desequilibrada (Figura 5.11)

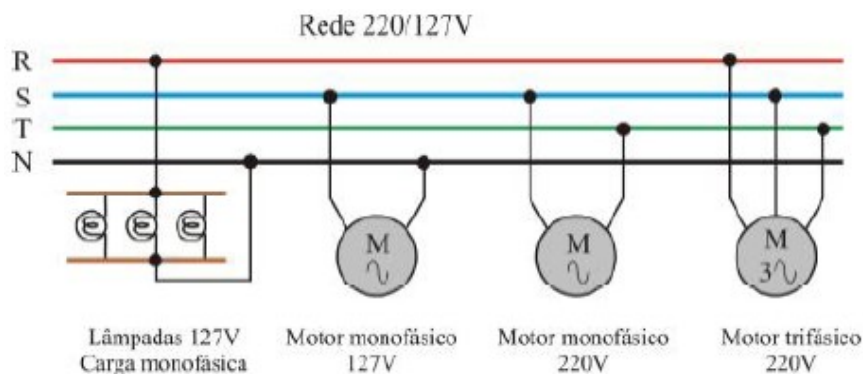


Figura 5.11 - Representação esquemática de cargas mono e trifásicas ligadas a uma linha trifásica, representando uma carga desequilibrada.

A análise de cargas desequilibradas pode apresentar dificuldades só resolvidas pela aplicação de métodos mais avançados, fora do objetivo deste curso. Porém é importante ressaltar, mais uma vez, que as equações anteriormente vistas podem não ser aplicáveis a cargas desequilibradas.





## QUALIDADE DE ENERGIA ELÉCTRICA

### RESUMO

O número de conversores electrónicos de potência utilizados, sobretudo na indústria, mas também pelos consumidores em geral, não para de aumentar. Em resultado disso observa-se uma crescente deterioração das formas de onda de corrente e tensão nos sistemas de potência.

Os prejuízos económicos resultantes deste e de outros problemas associados aos sistemas eléctricos são muito elevados, e por isso a questão da qualidade da energia eléctrica entregue aos consumidores finais é hoje, mais do que nunca, objecto de grande preocupação dos distribuidores. De igual modo os distribuidores exigem cada vez mais que os consumidores assumam a suas responsabilidades consignadas na lei em termos da obrigação da garantia da qualidade da energia actuando na prevenção da propagação para a Rede Eléctrica, das perturbações produzidas nos pontos de consumo.

Esta parte da formação aborda o tema da análise e solução dos problemas relacionados com a qualidade da energia eléctrica, na sua vertente mais clássica – perturbações causadas por sobre-tensões e sub-tensões, interrupções de serviço, etc. – e, ainda com mais ênfase, no que diz respeito aos problemas causados pelos harmónicos, decorrentes da utilização de cargas não lineares.

### INTRODUÇÃO

A qualidade da energia eléctrica entregue pelas empresas distribuidoras aos consumidores industriais sempre foi objecto de interesse e de normalização legislativa.

Porém, até há algum tempo atrás, a qualidade tinha a ver, sobretudo, com a continuidade dos serviços, ou seja, a principal preocupação era que não houvesse interrupções de energia, e a que as tensões e frequência fossem mantidas dentro de determinados limites considerados aceitáveis.

Durante dezenas de anos a grande maioria dos receptores ligados às redes de energia eléctrica consistiam em cargas lineares. Por essa razão, e uma vez que as tensões da alimentação são sinusoidais, as corrente consumidas eram também sinusoidais e da mesma frequência, podendo apenas encontrar-se desfasadas relativamente à tensão (Figura 1).

Com o desenvolvimento da electrónica de potência os equipamentos ligados aos sistemas eléctricos evoluíram, melhorando em rendimento, controlabilidade e custo, permitindo ainda a execução de tarefas não possíveis anteriormente. Contudo, esses equipamentos têm a desvantagem de não funcionarem como cargas lineares, consumindo correntes não sinusoidais, e dessa forma “poluindo” a rede eléctrica com harmónicos. A Figura 2 apresenta as formas de onda de corrente e tensão numa das fases de uma carga trifásica não linear típica (rectificador trifásico de onda completa com filtro capacitivo). Como se pode observar a corrente está longe de ser sinusoidal, e como consequência, a tensão de alimentação fica distorcida.

A presença de harmónicos nos sistemas de potência resulta num aumento das perdas relacionadas com o transporte e distribuição de energia eléctrica, em problemas de interferências com sistemas de comunicação e na degradação do funcionamento da maior parte dos equipamentos ligados à rede, sobretudo daqueles (cada vez em maior número) que são mais sensíveis por incluírem sistemas de controlo micro-electrónicos que operam com níveis de energia muito baixos.

Os prejuízos económicos resultantes destes e de outros problemas dos sistemas eléctricos são muito elevados, e por isso a questão da qualidade da energia eléctrica entregue aos consumidores finais é hoje, mais do que nunca, objecto de grande preocupação. Segundo um relatório do EPRI (Electric Power Research Institute) os problemas relacionados com a qualidade da energia e quebras no fornecimento de energia custam à economia dos Estados Unidos mais de 120 mil milhões de euros por ano.



Normas internacionais relativas ao consumo de energia eléctrica, tais como IEEE 519, IEC 61000 e EN 50160, limitam o nível de distorção harmónica nas tensões com os quais os sistemas eléctricos podem operar, e impõem que os novos equipamentos não introduzam na rede harmónicos de corrente de amplitude superior a determinados valores. É dessa forma evidenciada a importância em resolver os problemas dos harmónicos, quer para os novos equipamentos a serem produzidos, quer para os equipamentos já instalados [1-3].

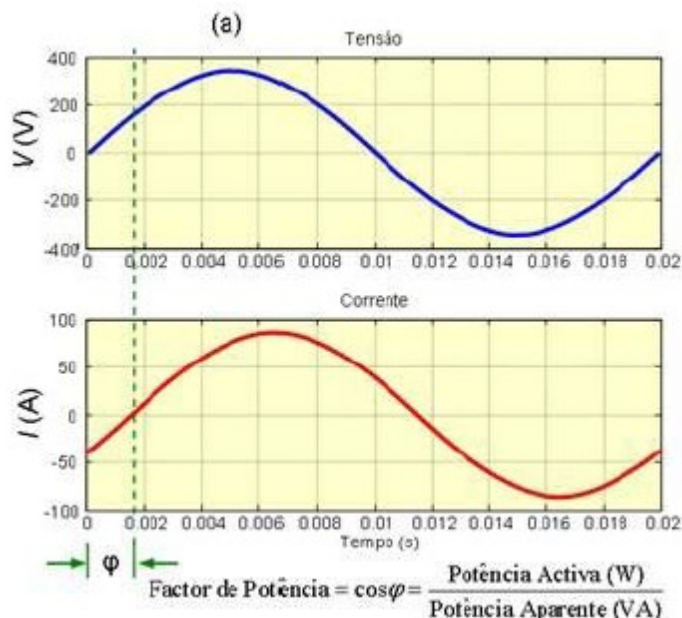


Figura 1 - Tensão e corrente num sistema eléctrico com cargas lineares.

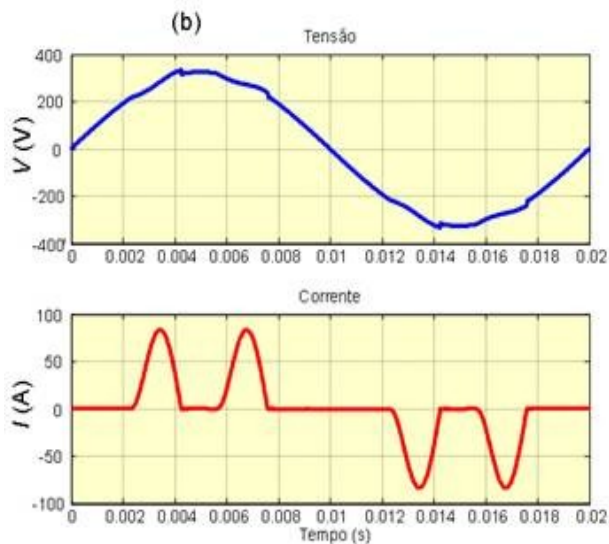


Figura 2 - Tensão e corrente num sistema eléctrico com uma carga não linear.

## PROBLEMAS DE QUALIDADE DE ENERGIA ELÉCTRICA

Entre os problemas de qualidade de energia eléctrica, a interrupção do fornecimento é, incontestavelmente, o mais grave, uma vez que afecta todos os equipamentos ligados à rede eléctrica. Contudo, outros problemas, como os descritos a seguir e ilustrados na Figura 2, além de levarem à operação incorrecta de alguns equipamentos, podem também danificá-los:

– Distorção harmónica: quando existem cargas não lineares ligadas à rede eléctrica a corrente que circula



nas linhas contém harmónicos e as quedas de tensão provocadas pelos harmónicos nas impedâncias das linhas faz com que as tensões de alimentação fiquem também distorcidas.



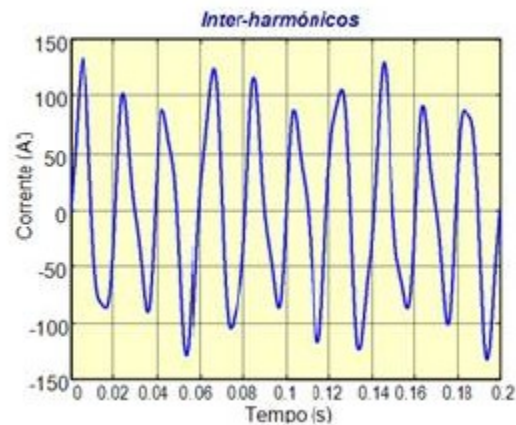
**Figura 3 - Tensão com distorção harmónica.**

– Ruído (interferência electromagnética): corresponde ao ruído electromagnético de alta frequência, que pode, por exemplo, ser produzido pelas comutações rápidas dos conversores electrónicos de potência.



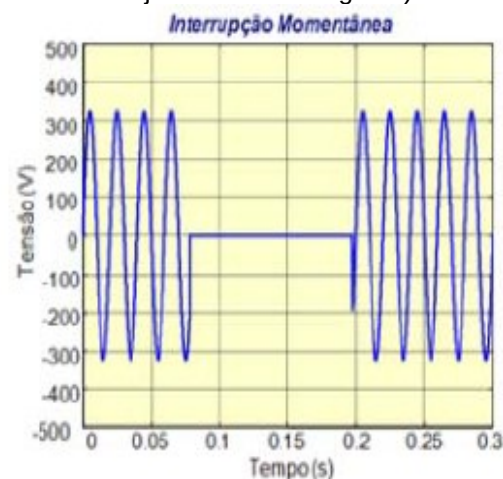
**Figura 4 - Tensão com ruído de alta frequência.**

– Inter-harmónicos: surgem quando há componentes de corrente que não estão relacionadas com a componente fundamental (50 Hz); essas componentes de corrente podem ser produzidas por fornos a arco ou por ciclo-conversores (equipamentos que, alimentados a 50 Hz, permitem sintetizar tensões e correntes de saída com uma frequência inferior).



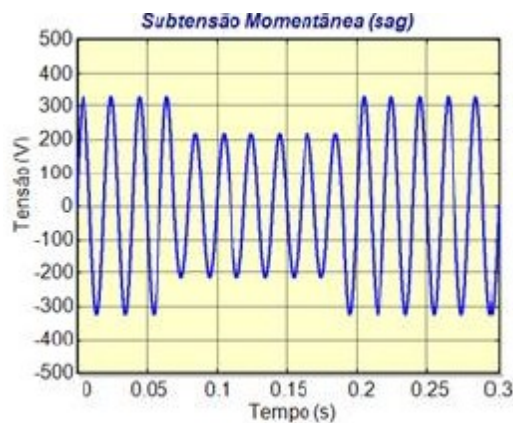
**Figura 5 - Corrente com Inter-harmónicos.**

– Interrupção momentânea: ocorre, por exemplo, quando o sistema eléctrico dispõe de disjuntores com religador, que abrem na ocorrência de um curto-circuito, fechando-se automaticamente após alguns milissegundos (e mantendo-se ligados caso o curto-circuito já se tenha extinguido).



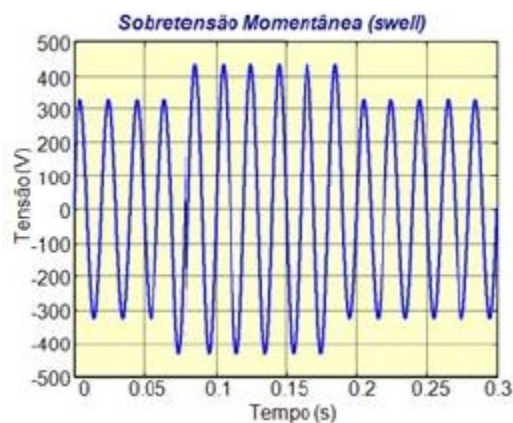
**Figura 6 - Interrupção Momentânea na tensão.**

– Sub-tensão momentânea (voltage sag): também conhecido por “cava de tensão”, pode ser provocada, por exemplo, por um curto circuito momentâneo num outro alimentador do mesmo sistema eléctrico, que é eliminado após alguns milissegundos pela abertura do disjuntor do ramal em curto.



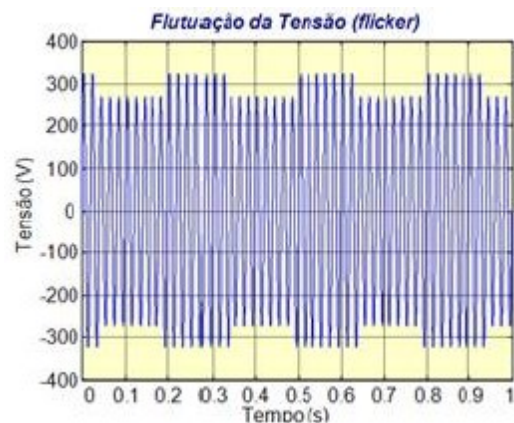
**Figura 7 - Subtensão Momentânea na Tensão (sag).**

– Sobretensão momentânea (voltage swell): pode ser provocada, entre outros casos, por situações de defeito ou operações de comutação de equipamentos ligados à rede eléctrica.

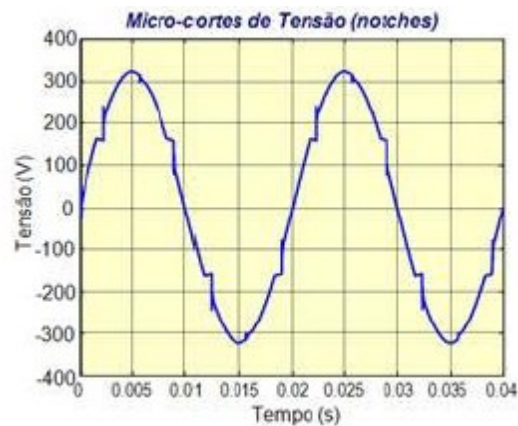


**Figura 8 - Sobretensão Momentânea na tensão (swell).**

– Flutuação da tensão (flicker): acontece devido a variações intermitentes de certas cargas, causando flutuações nas tensões de alimentação (que se traduz, por exemplo, em oscilações na intensidade da iluminação eléctrica).







**Figura 9 - Flutuação da tensão (flicker).**

- Micro-cortes de tensão (notches): consistem em pequenos cortes periódicos na forma de onda da tensão, que resultam de quedas de tensão nas indutâncias do sistema eléctrico, ocorridas devido a cargas que consomem correntes com variações bruscas periódicas (caso dos rectificadores com filtro capacitivo ou indutivo).



**Figura 10 - Micro-cortes na tensão (notches).**

- Transitórios: ocorrem como resultado de fenómenos transitórios, tais como a comutação de bancos de condensadores ou descargas atmosféricas.

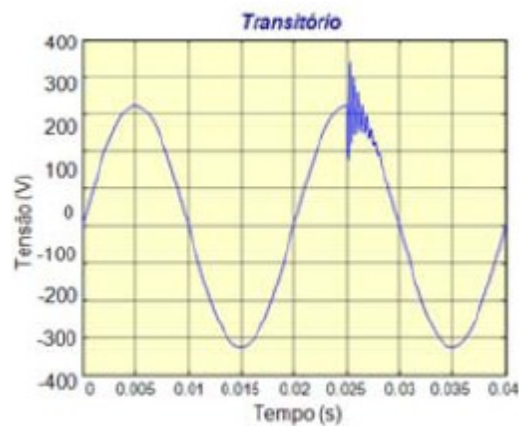


Figura 11 - Transitórios na tensão

## ORIGENS DA “POLUIÇÃO” HARMÔNICA

Grande parte dos problemas que surgem nos sistemas eléctricos tem origem na excessiva distorção das correntes ou tensões junto ao consumidor final. A principal causa deste fenómeno, que pode ser visto como um tipo de poluição do ambiente electromagnético, deve-se à crescente utilização de equipamentos electrónicos alimentados pela rede eléctrica, tais como computadores, impressoras, aparelhos de televisão, balastros electrónicos para lâmpadas de descarga, controladores electrónicos para uma enorme variedade de cargas industriais, etc.

Quase todos os equipamentos electrónicos, com alimentação monofásica ou trifásica, incorporam um circuito rectificador à sua entrada, seguido de um conversor comutado do tipo CC-CC ou CC-CA. Um dos tipos de rectificadores mais utilizados em equipamentos de baixa potência é o rectificador monofásico de onda completa com filtro capacitivo, que possui uma corrente de entrada altamente distorcida, tal como se mostra na Figura 3. O elevado conteúdo harmónico da corrente distorce a tensão nos receptores devido à queda de tensão nas impedâncias do sistema de alimentação.

Os controladores de fase, muito utilizados para controlar a potência em sistemas de aquecimento e ajustar a intensidade luminosa de lâmpadas (dimmers), também produzem formas de onda com conteúdo harmónico substancial e interferência electromagnética de alta frequência. Mesmo as lâmpadas fluorescentes normais contribuem significativamente para os harmónicos na rede, devido ao comportamento não linear das descargas em meio gasoso e ao circuito magnético do balastro, que pode operar na região de saturação.

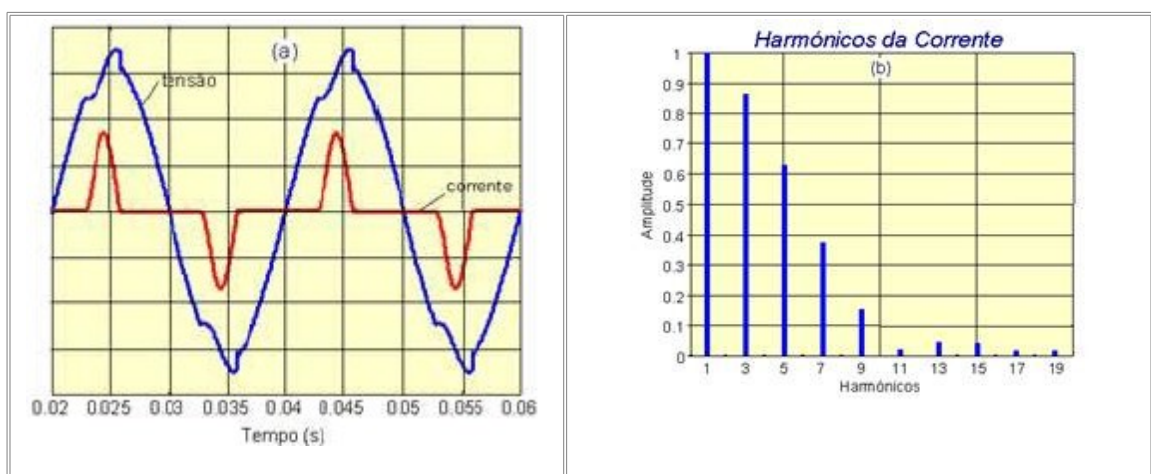


Figura 12 – Rectificador monofásico com filtro capacitivo: (a) formas de onda da tensão e da corrente de entrada; (b) harmónicos da corrente (valores normalizados)



## EFEITOS DA “POLUIÇÃO” HARMÓNICA

Para além da distorção das formas de onda, a presença de harmónicos nas linhas de distribuição de energia origina problemas nos equipamentos e componentes do sistema eléctrico, nomeadamente [4, 5]:

- aumento das perdas (aquecimento), saturação, ressonâncias, vibrações nos enrolamentos e redução da vida útil de transformadores;
- aquecimento, binários pulsantes, ruído audível e redução da vida útil das máquinas eléctricas rotativas;
- disparo indevido dos semicondutores de potência em rectificadores controlados e reguladores de tensão;
- problemas na operação de relés de protecção, disjuntores e fusíveis;
- aumento nas perdas dos condutores eléctricos;
- aumento considerável na dissipação térmica dos condensadores, levando à deterioração do dieléctrico; redução da vida útil das lâmpadas e flutuação da intensidade luminosa (flicker – para o caso de ocorrência de sub-harmónicos);
- erros nos medidores de energia eléctrica e instrumentos de medida;
- interferência electromagnética em equipamentos de comunicação;
- mau funcionamento ou falhas de operação em equipamentos electrónicos ligados à rede eléctrica, tais como computadores, controladores lógicos programáveis (PLCs), sistemas de controlo comandados por micro-controladores, etc. (cabe lembrar que estes equipamentos controlam frequentemente processos de fabrico).

## CASOS REAIS DE PROBLEMAS PROVOCADOS POR HARMÓNICOS

Um novo sistema de computação foi instalado num prédio pertencente a uma companhia de seguros. Uma vez ligada a alimentação o disjuntor principal disparou, cortando a alimentação de todo o sistema. Após várias verificações, os engenheiros descobriram que a interrupção tinha sido provocada pelo valor excessivo da corrente no neutro do sistema trifásico. Apesar do sistema estar equilibrado a corrente no neutro tinha um valor igual a 65% do valor das correntes na fase, o que levava ao desarme do disjuntor, já que o relé da corrente no neutro estava ajustado para 50% do valor das correntes na fase. Cabe aqui ressaltar que, num sistema trifásico equilibrado a corrente de neutro deve ser igual a zero. Contudo, quando a corrente está distorcida, contrariamente ao que normalmente ocorre, os harmónicos de corrente múltiplos de 3 somam-se no neutro, em vez de se cancelarem.

Estudos demonstram que as correntes no neutro têm aumentando nos edifícios comerciais. Isto se deve à utilização crescente de equipamentos electrónicos, tais como, computadores, impressoras, fotocopiadoras, aparelhos de fax, etc. Esses equipamentos utilizam rectificadores monofásicos à entrada, que produzem harmónicos de corrente de 3º ordem, tais como o 3º, o 9º e o 15º harmónicos. Para que se evitem problemas de sobreaquecimento dos condutores de neutro, estes devem ser sobre-dimensionados, ou, melhor ainda, os harmónicos de 3ª ordem devem ser compensados.

Noutro caso documentado, uma companhia de distribuição de energia eléctrica reportou a avaria de um transformador de 300 kVA cuja carga não excedia o seu valor nominal de potência aparente. O transformador foi substituído por outro idêntico, e este apresentou os mesmos problemas pouco tempo depois. A carga desses transformadores consistia sobretudo em sistemas de accionamento electrónico de velocidade variável para motores eléctricos, cujo consumo de correntes possui elevado conteúdo harmónico.

Actualmente, de forma a evitar que os transformadores avariem, ou tenham o seu tempo de vida útil reduzido, é importante que se conheça a distorção harmónica das correntes que estes fornecem às cargas, de forma que, em função desse valor, seja aplicado ao transformador um factor de desclassificação de potência (factor





K – derating factor). Ou seja, em função da distorção harmónica, é reduzido o valor da potência nominal do transformador.

### MONITORIZAÇÃO DA QUALIDADE DA ENERGIA ELÉCTRICA

A utilização de monitorizadores de qualidade de energia é a melhor forma de detectar e diagnosticar problemas nos sistemas eléctricos de potência. Estes equipamentos permitem, basicamente, medir e registar ao longo do tempo valores de tensões, correntes e potências em vários canais. Com base na informação que vai sendo recolhida é possível gerar alarmes e produzir relatórios de diversos tipos, através da selecção de diferentes aplicações.

No mercado existe um leque bastante variado de equipamentos para monitorizar a qualidade da energia eléctrica, contudo, estes equipamentos são normalmente muito caros, sobretudo os que apresentam bons desempenhos e múltiplas funções. Por essa razão é ainda hoje interessante desenvolver monitorizadores de baixo custo. O Departamento de Electrónica Industrial da Universidade do Minho desenvolveu um sistema de monitorização baseado na utilização de um PC com uma placa de aquisição de dados standard, e no software LabView (Figura 4). A seguir são descritas as aplicações que este sistema de monitorização apresenta [6]:

Aplicação “Osciloscópio e Distorção Harmónica” – O monitorizador funciona como um osciloscópio de vários canais, que permite ainda calcular valores médios, true rms, máximos e mínimos, de tensões e correntes. Pode ainda identificar os harmónicos e calcular os valores do conteúdo harmónico total (THD – “Total Harmonic Distortion”). A Figura 5 apresenta um exemplo da interface desta aplicação.

Aplicação “Forma de Onda” – Permite detectar anomalias nas formas de onda das tensões, armazenando esses eventos juntamente com o instante da ocorrência.

Aplicação “Sobre-tensões e Sub-tensões Momentâneas” – Detecta e regista estes fenómenos, juntamente com o instante em que ocorrem e a sua duração.

Aplicação “Gestão de Consumos” – Permite o cálculo de valores de amplitude e fase de tensões e correntes, impedâncias, potências aparente, activa e reactiva, factor de potência medidas de energia, valores relativos a desequilíbrios de fases, etc.



**Figura 13 - Sistema de Monitorização**

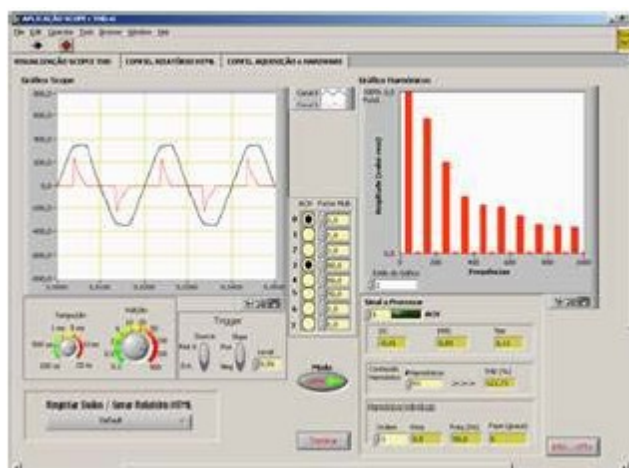


Figura 14 - Interface da aplicação “Osciloscópio e Distorção Harmônica”

## SOLUÇÕES PARA OS PROBLEMAS DE QUALIDADE DE ENERGIA ELÉCTRICA

A solução para alguns dos problemas de qualidade de energia eléctrica mais tradicionais passa pela utilização dos seguintes dispositivos ou equipamentos:

- As fontes de alimentação ininterrupta (UPS's - Uninterruptable Power Supplies) ou os geradores de emergência são as únicas soluções para as interrupções prolongadas no fornecimento de energia eléctrica.
- Os supressores de transientes, ou varístores (TVSS – Transient Voltage Surge Suppressors) garantem protecção contra os fenómenos transitórios, que causam picos de tensão nas linhas.
- Os filtros de interferência electromagnética garantem que o equipamento poluidor não conduz ruído de alta frequência para a rede eléctrica.
- Os transformadores de isolamento com blindagens electrostáticas garantem não só isolamento galvânico como também evitam a propagação de picos de tensão ao secundário.
- Os transformadores ferro-ressonantes asseguram a regulação de tensão, bem como resolvem os problemas de sobretensão.
- A regulação de tensão pode também ser garantida por meio de transformadores com várias saídas associados a um esquema electrónico de comutação por meio tirístores.

## SOLUÇÕES PARA O PROBLEMA DOS HARMÓNICOS

A seguir são apresentadas algumas soluções tradicionais (filtragem passiva) e modernas (filtragem activa) para o problema dos harmónicos em equipamentos e instalações eléctricas.

### Baixa Potência (Alimentação Monofásica)

O mais simples dos filtros passivos consiste num indutor em série com a entrada do “equipamento poluidor”, que frequentemente consiste num rectificador com um filtro capacitivo na saída (Figura 6a). Trata-se de uma solução fiável e de baixo custo. Contudo, o indutor é pesado (devido ao ferro do seu circuito magnético) e ocupa muito espaço, o que limita praticamente esta solução a equipamentos de baixa potência (inferior a 600 VA).

Uma alteração muito comum feita no projecto de equipamentos electrónicos monofásicos, de forma a reduzir significativamente os harmónicos produzidos, consiste na utilização de um conversor CC-CC do tipo step-up após a ponte rectificadora (Figura 6b). Esse circuito, quando correctamente controlado, permite que a corrente consumida pelo equipamento seja praticamente sinusoidal, podendo ser utilizado até à potência normalmente disponível nas tomadas monofásicas (cerca de 3 kVA).

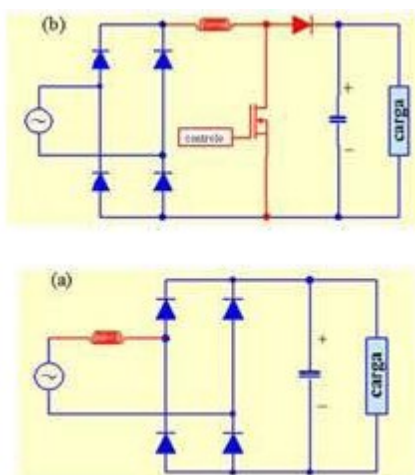


Figura 15 - Soluções para redução dos harmónicos de corrente à entrada dos equipamentos: (a) indutor em série; (b) conversor step-up

## Média e Alta Potência

Durante muito tempo, as companhias de distribuição de energia eléctrica têm imposto aos consumidores industriais apenas limites para a potência reactiva consumida. A solução normalmente adoptada pelas indústrias tem consistido na utilização de bancos de condensadores para correcção do factor de potência da instalação.

Mais recentemente, os problemas com os harmónicos de corrente que circulam na rede eléctrica, têm obrigado muitos consumidores industriais a aplicar técnicas de redução de harmónicos baseadas em filtros passivos. Contudo esta solução apresenta várias desvantagens, nomeadamente: os filtros passivos apenas filtram as frequências para as quais foram previamente sintonizados; precisam frequentemente ser sobre-dimensionados, uma vez que como não é possível limitar a sua operação a uma certa carga, acabam por absorver harmónicos do próprio sistema eléctrico; podem ocorrer fenómenos de ressonância entre o filtro passivo e as outras cargas ligadas à rede, com resultados imprevisíveis; o dimensionamento dos filtros passivos deve ser coordenado com as necessidades de potência reactiva da carga, sendo difícil fazê-lo de forma a evitar-se que o conjunto opere com factor de potência capacitivo em algumas condições de funcionamento.

Para ultrapassar estas desvantagens, recentemente têm sido feitos esforços no sentido de desenvolver filtros activos de potência [7-9].

### Filtro Activo Paralelo

O filtro activo de potência do tipo paralelo tem como função compensar os harmónicos das correntes nas cargas, podendo ainda compensar a potência reactiva (corrigindo o factor de potência). Permite ainda equilibrar as correntes nas três fases (eliminando a corrente no neutro, mesmo na existência de harmónicos de 3ª ordem). Conforme se mostra na Figura 7, como resultado da actuação do filtro activo paralelo, a corrente nas linhas torna-se sinusoidal, e a sua amplitude diminui, reduzindo as perdas nos condutores, e evitando distorções nas tensões de alimentação dos receptores. A Figura 8 apresenta o esquema eléctrico de um filtro activo paralelo trifásico. O filtro é basicamente composto por um inversor, que produz as correntes de compensação, e pelo seu controlador.

### Filtro Activo Série

O filtro activo de potência do tipo série (Figura 9) é o dual do filtro activo paralelo. A sua função é compensar as tensões da rede eléctrica, para os casos em que estas contenham harmónicos, de forma a tornar as tensões na carga sinusoidais. Em certos casos, dependendo da duração dos fenómenos e da energia que o filtro activo puder disponibilizar, é ainda possível compensar sobre-tensões, sub-tensões ou mesmo interrupções momentâneas.

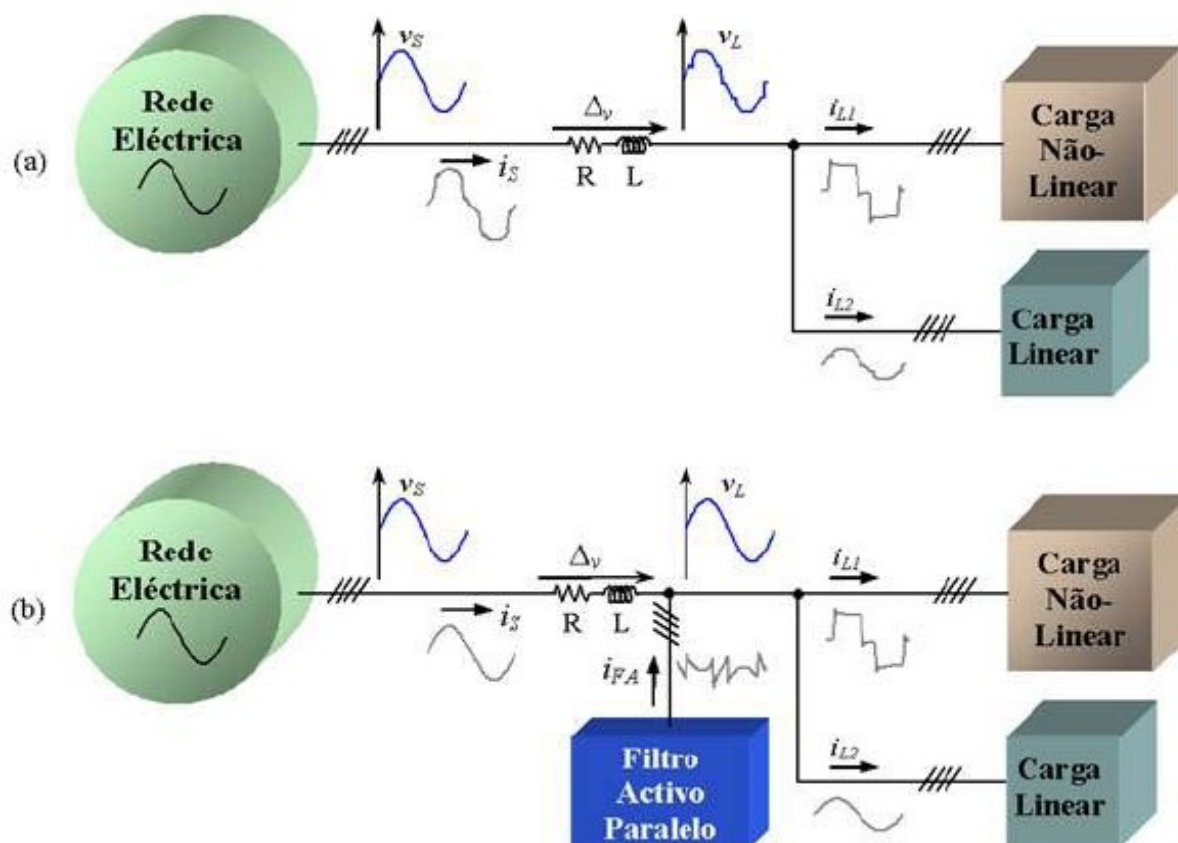
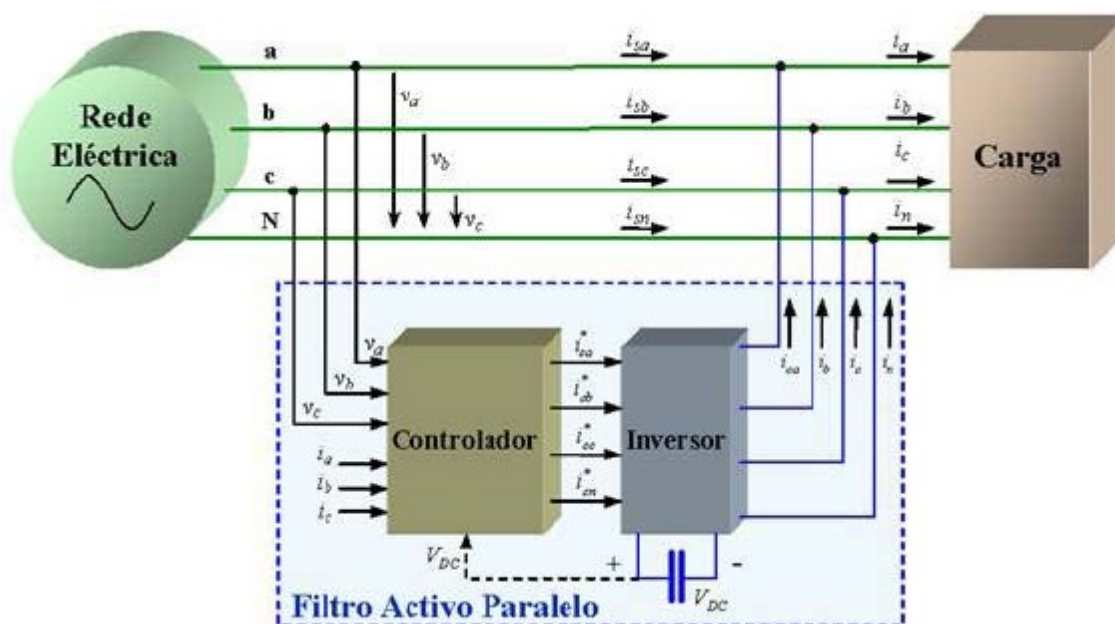
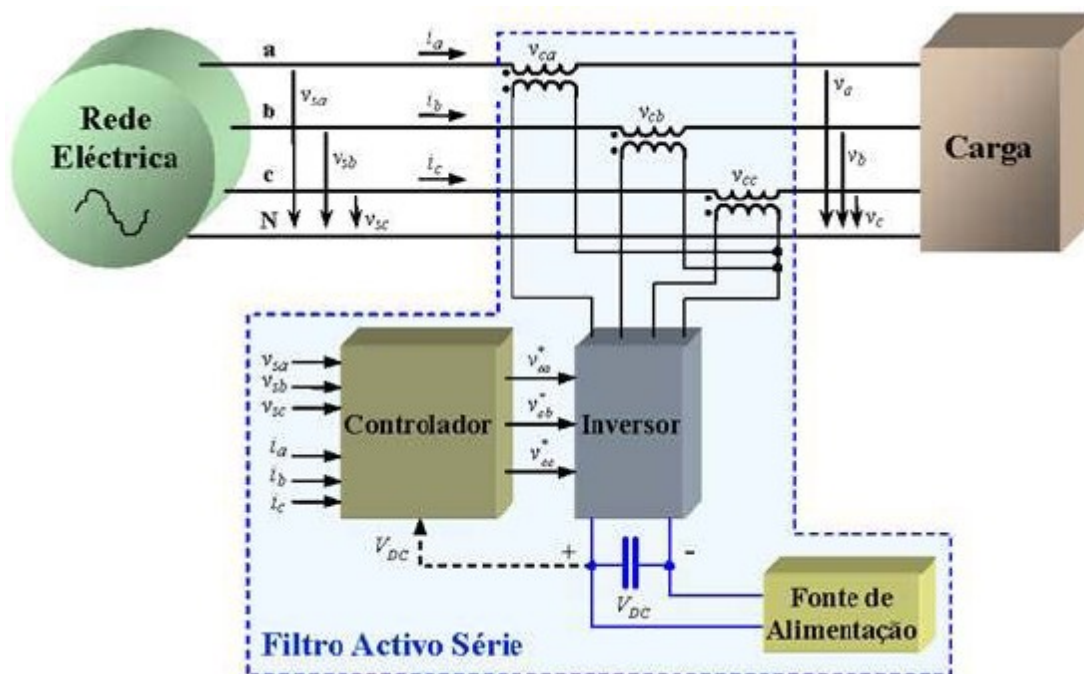


Figura 16 - Operação de um sistema eléctrico com carga não linear: (a) sem compensação; (b) com compensação por um filtro activo paralelo





17 - Esquema de um filtro activo paralelo



18 - Esquema de um filtro activo série

## CONCLUSÃO

Apresentou-se, de forma sucinta, um assunto actual e de grande relevância para as empresas: o problema da qualidade de energia eléctrica. Mercê da utilização crescente e generalizada de equipamentos de electrónica de potência, que “poluem” os sistemas eléctricos, e da necessidade de automatização dos sistemas de produção, que obriga a que cada vez mais se utilizem controladores electrónicos, extremamente sensíveis ao meio electromagnético em que estão inseridos, a atenção dada a qualidade da energia eléctrica é crucial tendo em vista a garantia da qualidade dos produtos e serviços e a redução dos custos de produção.

Estudos realizados na Europa comprovam que a maioria das empresas não têm as suas instalações eléctricas preparadas para lidar com os problemas de qualidade de energia eléctrica, tendo em conta a realidade dos equipamentos utilizados nos processos produtivos. Além disso, verificou-se que, na maior parte dos casos os responsáveis pelas instalações eléctricas nas empresas não associam os problemas que ocorrem ao facto das instalações não estarem adequadas aos problemas de qualidade de energia a que estão sujeitas. Convém realçar que o facto das instalações eléctricas não estarem em condições de fazer face aos problemas de qualidade de energia não se deve necessariamente a erros no projecto inicial, mas sim devido a alterações nos tipos de equipamentos utilizados pelas empresas nos últimos anos.

Muitos dos problemas de qualidade de energia podem fazer com que alguns equipamentos funcionem de forma incorrecta e levar à interrupção de processos de fabrico, acarretando em prejuízos muito elevados. Tais problemas podem ser resolvidos quando as suas causas são identificadas e se adoptam as medidas apropriadas para a sua correcção.

**O Departamento de Electrónica Industrial da Universidade do Minho vem desenvolvendo esforços de forma a capacitar-se a resolver problemas na área da Qualidade de Energia Eléctrica.**



## **PRORECÇÃO CONTRA ARCOS ELECTRICOS EM MÉDIA TENSÃO**

Os arcos eléctricos internos em celas MT são muito perigosos e se forem descontrolados causam sempre destruição dos aparelhos.

### **Principais fenómenos físicos associados aos arcos eléctricos em celas de MT**

A ocorrência de um arco no interior de um cela pode ocorrer em diversos locais e é acompanhada de vários fenómenos físicos potencialmente perigosos.

A energia resultante do desenvolvimento de um arco à pressão atmosférica causa sobre-pressões internas e sobreaquecimento local, que resulta em esforços mecânicos (compressão e expansão) e térmicos na cela e em todos equipamentos nele instalados. Além disso, pode ocorrer a decomposição de materiais pelo calor, e gases ou vapores podem ser expelidos da cela.

As sobre-pressões internas que actuam nas tampas, portas, janelas de inspecção, etc. e os efeitos térmicos do arco e suas consequências no invólucro, da expulsão de gases quentes e partículas incandescentes, são levados em consideração nas normas europeias. Porém os efeitos que podem constituir certos riscos, tais como gases tóxicos, ainda não são universalmente regulamentados.

As falhas causadoras de arco devem ser evitadas, e em caso de acontecerem os seus efeitos devem ser controlados por projectos adequados para este fim e ainda por protecções tais como: detectores de arco e pressostatos instalados nos compartimentos.

Os maiores riscos em caso de ocorrência de um arco interno numa cela, não adequadamente projectada para minimizar ou suprimir os efeitos do arco, são:

- Efeito de onda de choque ou seja arremesso de grande quantidade de gases e materiais metálicos extremamente quentes para fora da cela através de frestas e/ou aberturas causadas pela pressão interna ou pela fusão de partes do invólucro, atingindo directamente o operador e podendo lhe causar, entre outros, queimaduras graves ou a mesmo a morte;
- A abertura de portas devido a alta pressão interna, aumentando os riscos descritos e possibilitando o contacto directo do operador com altas tensões;
- A destruição total do compartimento onde ocorreu o arco e de outras celas do conjunto de manobra, causando interrupção no fornecimento de energia.

Os arcos de grande potência podem causar:

- a) Perigo, danos físicos ou a morte de pessoas;
- b) Interrupção do sistema;
- c) Destruição dos equipamentos;
- d) Reacções desfavoráveis da opinião pública.

As instalações de manobra devem ser projectadas e melhoradas de forma a garantir a protecção do operador contra falhas internas durante a operação, sendo válido não só para instalações novas, mas também para as já existentes.

Deve ser dada atenção especial na fase de projecto da parte de construção civil, pois as salas devem possuir, quando possível e atendendo às condições ambientais, saídas para o exterior para os gases quentes e materiais incandescentes, oriundos de arcos internos e direccionados através do tubo colectador.

Em 1976, um grupo de fabricantes europeus preocupados com a grande incidência de arcos internos em celas de distribuição empenharam-se no estudo deste problema.

Os ensaios para comprovar a resistência de uma cela quando da ocorrência de arco interno são efectuados nos laboratórios da Europa desde a década de 1970.

A maioria dos fabricantes passaram a ensaiar seus produtos a partir da inclusão deste ensaio nas normas nacionais ou europeias, que contemplam actualmente os requisitos necessários para que os utilizadores possam obter um produto final com o mais alto grau de confiabilidade e segurança, principalmente com a classificação de tipo do ensaio de arco eléctrico devido a falhas internas.

## 1 - ASPECTOS TÉCNICOS

Os fabricantes têm pesquisado e desenvolvido novas soluções e tecnologias, com o objectivo de reduzir a probabilidade de falhas e garantir a segurança pessoal no caso de estas ocorrerem.

As pesquisas neste sentido dividem-se basicamente em duas tendências:

- a) Celas com isolamento a ar;
- b) Celas isoladas a gás SF<sub>6</sub>.

### 1.1 Celas com isolamento a ar

Neste tipo de cela, a preocupação com a influência do meio ambiente, com falhas no isolamento, erros de operação e com as consequências de uma falha interna accidental para o meio ambiente externo é muito grande.

As mais novas gerações de celas de média tensão com isolamento a ar possuem as seguintes características principais:

- a) Elevação do grau de protecção;
- b) Celas à prova de arcos voltaicos, com dispositivos de alívio de pressão interna independentes para cada compartimento de média tensão;
- c) Detectores de arco opcionais, accionados por luz, pressão ou temperatura, os quais diminuem o tempo de arco (<100 ms), limitando os efeitos sobre a instalação;
- d) A escolha do disjuntor a vácuo ou SF<sub>6</sub> (com diafragmas de alívio de pressão) tem grande importância, pois pode minimizar as possibilidades e as consequências de uma falha;
- e) Todas as operações de manobra são efectuadas com a porta do compartimento do equipamento de manobra fechada. Um sistema de inter-travamento garante que a abertura da porta só ocorrerá mediante o desligamento do disjuntor, extracção do mesmo até a posição teste e seu travamento nesta posição;
- f) Uso de seccionadores de manobra sob carga;
- g) Equipamentos de medição (transformadores de potencial) extraíveis, com as mesmas protecções contra toques aplicáveis aos equipamentos de manobra;
- h) Guilhotinas metálicas automáticas para protecção contra toques accidentais (filosofia "Metal Clad");
- i) Filosofia de protecção digital;
- j) Possibilidade de telecomando, inclusive operações de inserção e extracção do equipamento de manobra;
- k) Ligação à terra do circuito através de seccionador conjugado com disjuntor;
- l) Utilização de inter-travamentos electro-mecânicos inteligentes

### 1.2 Celas isoladas a gás SF<sub>6</sub> (Hexafluoreto de enxofre)

Já as celas a SF<sub>6</sub>, hermeticamente fechadas, resultam numa excelente protecção contra choques accidentais, com total protecção contra influências externas constituem a solução mais indicada para locais onde se exige máxima confiabilidade e segurança.

As celas isoladas a gás SF<sub>6</sub> são actualmente oferecidos em duas modalidades:

- m) tipo modular
- n) tipo encapsulado (cilíndricos).

Os conjuntos de manobra e controle são testados e operados por normas nacionais e internacionais, aptos a operar em altitudes até 3000 m acima do nível do mar, imune aos efeitos do clima e outras condições ambientais.

Utilizam a montagem de reduzidas dimensões (compactação), nas versões barramento simples e duplo, com as mesmas dimensões para todas tensões até 36 KV.

Além das características citadas, as quais são próprias de instalações isoladas a gás SF<sub>6</sub>, o desenvolvimento desta tecnologia já trouxe outras características importantes para minimizar a probabilidade de arcos voltaicos:

- o) As partes que requerem manutenção ficam fora do compartimento de média tensão;

p) Em alguns projectos, cada fase possui encapsulamento independente. Isto elimina a possibilidade de uma falha entre fases;

q) A interrupção de corrente é feita por câmaras a vácuo imersas em gás SF<sub>6</sub>.

Isso permite aproveitar as excelentes propriedades isolantes do SF<sub>6</sub> e elimina o inconveniente de se contaminar o gás com a interrupção de corrente, que é feita no vácuo;

Para cada fase, o encapsulamento do barramento principal e seu controle de pressão são independentes do restante da cela, o que permite até a substituição da câmara de vácuo com a instalação em operação;

Compartimentos com gás SF<sub>6</sub> independentes para disjuntor e barramento/chave de 3 posições:

- a) Aberto,
- b) Em serviço
- c) Ligado à terra (restringindo deste modo as eventuais falhas a um único compartimento;)
- a) Ligação integral à terra através do disjuntor
- b) Filosofia de protecção digital;
- c) Isentos de manutenção na média tensão.

As celas de MT devem ser fabricadas com a capacidade de garantir a segurança humana e do património. Para isso as suas propriedades de suportar os efeitos do arco devem pelo menos ser as seguintes::

1. Portas e tampas não devem abrir.
2. Componentes capazes de causar ferimentos não devem ser arremessados.
3. Não haver perfurações nos celas adjacentes e nas partes externas livremente acessíveis do invólucro;
4. Indicadores verticais não devem inflamar-se.
5. Indicadores horizontais não devem inflamar-se.
6. Todas as conexões à terra devem permanecer eficazes.



## CAPÍTULO 2 – FUNDAMENTOS DE MÉDIA TENSÃO

Os Sistemas de Energia Eléctrica, de que fazem parte a Produção, o Transporte e a Distribuição de electricidade, estão interligados entre si constituindo na verdade uma só “Rede Infinita”.

### Porque é que se faz o transporte de energia eléctrica em alta ou média tensão?

Se quisermos transportar uma potência eléctrica  $S=U.I$ , com o mínimo de perdas por efeito de Joule, a melhor forma de o fazer é, sem dúvida, aumentar o valor da tensão  $U$ .

Senão, vejamos com o seguinte exemplo para transportar 1000 000 VA podemos fazê-lo com:

$U=10\ 000\ V$  e  $I=100\ A$

ou com

$U=220\ V$  e  $I=4545\ A$ ,

de entre outras combinações possíveis.

Sendo a potência de perdas por efeito de Joule,  $p=R.I^2$ , no segundo caso as perdas seriam 20 milhões de vezes superiores às verificadas no primeiro se fosse usado o mesmo tipo de condutor.

Note-se também que, ao aumentar  $U$  e reduzir  $I$ , reduz-se também a secção do condutor, o que tem um benefício económico proporcional.

### DEFINIÇÕES

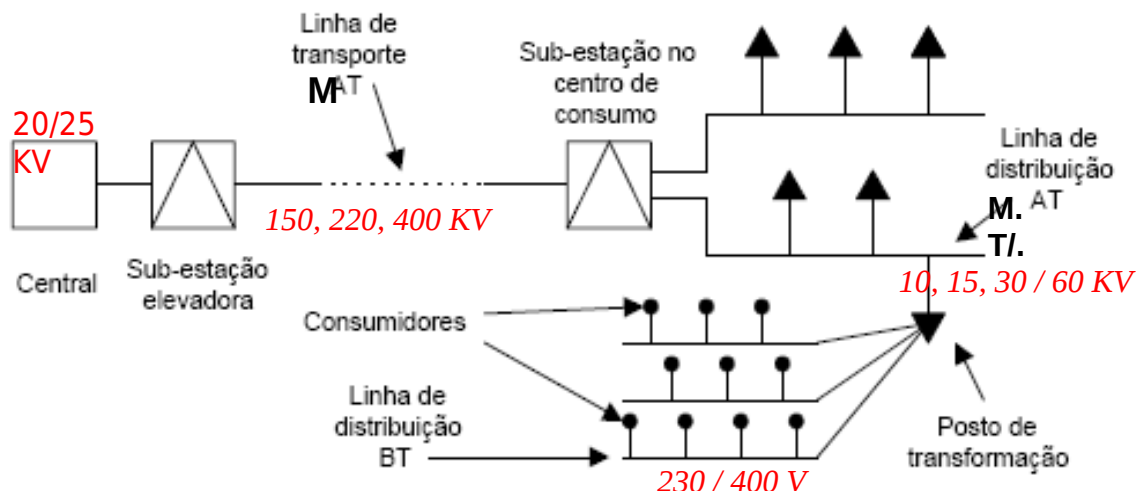
**BT** - Baixa Tensão (tensão entre fases cujo valor eficaz é igual ou inferior a 1kV);

**MT** - Média Tensão (tensão entre fases cujo valor eficaz é superior a 1 kV e igual ou inferior a 45 kV);

**AT** - Alta Tensão (tensão entre fases cujo valor eficaz é superior a 45 kV e igual ou inferior a 110 kV);

**MAT** - Muito Alta Tensão (tensão entre fases cujo valor eficaz é superior a 110 kV).

### A REDE DE DISTRIBUIÇÃO



Nas centrais os alternadores fornecem energia a tensões não superiores a 20/25 KV. Para reduzir as perdas nas linhas há necessidade de aumentar a tensão eléctrica para Muito Alta Tensão (M.A.T.) à saída da central, por meio de subestações elevadoras.

Como o consumidor, por motivos económicos e de segurança, não utiliza a energia a tensões tão elevadas, torna-se necessário, junto aos centros de consumo, reduzir a tensão para níveis mais adequados:

- Alta e Média Tensão para consumidores industriais e em
- Baixa Tensão para a generalidade dos consumidores domésticos.

Os Postos de Transformação da RESP ( Rede Eléctrica de Serviço Público) assim como toda a respectiva rede de cabos são da responsabilidade do operador público - EDP Distribuição ou outra concessionária.

Do ponto de vista do Electricista de Média Tensão não pertencente à EDP a sua instalação de Média Tensão restringe-se à área constituinte do Posto de Transformação Particular.

Sendo a rede eléctrica só uma quer dizer que a Qualidade de Serviço não depende só do modo como é feita a Exploração das Redes da EDP ou dos outros distribuidores, mas também dos eventuais incidentes com origem nas Instalações Eléctricas dos clientes da EDP Distribuição e do modo de exploração das mesmas.

De acordo com a legislação em vigor, todos os clientes alimentados a partir de um Posto de Transformação privado devem ter um Técnico Responsável pela Exploração das instalações eléctricas.

As questões que envolvem a Exploração de um Posto de Transformação estão regulamentadas por diversa legislação, que iremos citar ao longo desta acção de formação .

## COMPONENTES DE UMA INSTALAÇÃO PARTICULAR DE MÉDIA TENSÃO

Os componentes de uma instalação particular de média tensão são os que estão situados nos Postos de Transformação ou nas interligações entre Postos de Transformação dentro das instalações particulares.

Componentes:

- Instalações do posto compostas por:
  - edifício
  - celas
- Transformador de potência
- Barramentos e cablagens
- Aparelhos Média Tensão (comando, seccionamento, protecção, medida, controlo, manobra)
- Aparelhos Baixa Tensão (comando, seccionamento, protecção, medida, controlo, manobra)
- Sistema de terras
- Sistemas de ventilação
- Sistemas de segurança
- Acessórios

## INSTALAÇÕES

Podem ser em edifício de alvenaria ( normalmente para PT fixos de qualquer potência)

Podem ser contentorizadas (normalmente para PT móveis de pequena e média potências em geral até poucas centenas de KVA)

Podem ser sem edifício ( PT aéreos ou exteriores de baixa potência )

Existem vários tipos de celas conforme a sua funcionalidade. Dentro da mesma funcionalidade podem ser abertas ou monobloco ( blindadas)

Tipos de celas:

- Para entrada e saída de MTe conexão à RESP
- Seccionamento ( corte geral ) em geral também com a protecção contra sobre-tensões)
- Para protecções com seccionadores fusíveis
- Para protecções com disjuntores
- Para contagem (medida medida da energia activa e reactiva)
- Para TP ( transformadores de potencial ) e TI( transformadores de intensidade)
- Para o transformador de potência ou para saída para este
- Para saída de BT

O elemento comum a todas as celas é o barramento e os passa paredes. Em geral é o barramento é isolado a ar. Em alguns tipos de celas compactas monobloco, esse barramento é isolado a SF6.

## TRANSFORMADORES

Um transformador é um componente relativamente complexo e vital para transmissão de energia e uma vez instalado e com manutenção adequada, seu ciclo de vida pode chegar a duas ou três décadas.

As classificações dos transformadores são feitas quando à tensão de trabalho e quanto ao tipo construtivo.

Há três classificações quanto à tensão em que os transformadores estão disponíveis, de alta tensão, média tensão e baixa tensão.

### Transformadores de alta tensão:

Os transformadores de alta tensão não podem ser usados directamente pelo consumidor, mas são utilizados em aplicações de transmissão de energia. OS transformadores de alta tensão geralmente lidam com energia eléctrica na faixa de 60.000 a 230.000 volts. Devido às exigências particulares de transmissão dessas tensões através de longas distâncias, o **transformador de alta tensão** possui uma arquitectura, um núcleo, um tipo de enrolamento, e métodos de isolamento diferentes dos transformadores de baixa tensão.

Os transformadores de alta tensão que têm a capacidade de aumentar a tensão do primário para o secundário são chamados de transformadores step-up. Por outro lado, os transformadores de alta tensão podem também ser usados para baixar a tensão do primário para o secundário sendo chamados de step-down, dependendo de onde eles estão na cadeia de transmissão. Algumas das aplicações dos transformadores de alta tensão são no isolamento eléctrico, de instrumentação e de distribuição de energia e controle. Este tipo de transformador também pode ser facilmente configurado do tipo monofásico para trifásico.

### Transformadores de média tensão:

Os transformadores de média tensão são normalmente utilizados no sector de distribuição local do sistema de fornecimento de energia. São usados para fornecer energia a partir de circuitos de distribuição local para os utilizadores finais. Quando os clientes residenciais são o utilizador final, a tensão de saída pode ser tão baixa quanto 120 volts, ou para os clientes industriais, pode ser 5.000 volts. Este transformador pode ser visto como uma ligação do cliente final ao prestador de serviço público.

Estes transformadores são frequentemente montados em postes ou em sub-estações para conexões localizadas em centros comerciais, loteamentos residenciais, escolas e parques e fábricas

### Transformadores de baixa tensão:

São usado pelo consumidor final da rede de energia. Um transformador de baixa tensão é um **transformador de distribuição** com ambos os enrolamentos primário e secundário projectados para operar em tensões no sistema de classes de baixa tensão. Podem ser do tipo de núcleo ferromagnético ou electrónicos. Normalmente, os **transformadores electrónicos** são de muito baixa potência e aplicam-se na alimentação de dispositivos electrodomésticos convertendo os 220 volts em 6 volts, 12 volts, 24 volts ou outras tensões de usos nesses aparelhos.

## TRANSFORMADORES DE MT

### Transformadores monobloco imersos em óleo

São isolados em Óleo Mineral ou em fluidos especiais (óleo silicone, óleo vegetal biodegradável, fluido R-TEMP). Os enrolamentos primário e secundário (Bobinas de MT e BT) são feitos geralmente em cobre electrolítico muito puro típico com 99,99% de pureza. Os enrolamentos são isolados com materiais sintéticos. Estes órgãos, que formam a parte activa do transformador, encontra-se encerrados no interior de uma cuba hermética.

Núcleo é fabricado em chapas de aço-silício de grãos orientados, garantindo assim menores perdas por correntes parasitas.

Cuba confeccionada em aço-carbono (ferro fundido), protecção anti-corrosiva através da aplicação de primários e pintura final. Secagem da parte activa em estufa, garantindo a isenção de humidade no interior do equipamento.

Com a ajuda do óleo refrigera-se o transformador, além disso o óleo fornece também o isolamento eléctrico entre as peças vivas internas. O óleo do transformador deve permanecer estável em altas temperaturas durante um período prolongado. Para melhor refrigeração de transformadores de pequeno porte, pode haver um tanque externo e radiadores nos quais o óleo circula por convecção natural. Nos transformadores muito grandes ou “high-power” (com capacidades de MVA) pode também haver também ventiladores e bombas do óleo, e mesmo permutadores de calor óleo-a-água.

No processo construtivo os transformadores grandes, de AT e MT submetem-se a processos de secagem prolongados através de auto aquecimento eléctrico, da aplicação de a vácuo, ou de ambos para se assegurar que o transformador esteja completamente livre de vapor de água antes do óleo ser introduzido. Isto ajuda impedir o efeito de corona e a subsequente avaria eléctrica em carga.

Os transformadores que tenham “conservators” (um tanque de óleo acima do transformador) tendem a ser equipados com Relés Buchholz . Estes são os dispositivos de segurança que podem detetar a acumulação do gás dentro do transformador (um efeito colateral da corona ou arco eléctrico dentro dos enrolamentos) e desligam então o transformador. Os transformadores sem “conservators” são equipados geralmente com os relés de mudança súbita de pressão, que executam uma função similar como o relé de Buchholz.

## Alternativas do óleo

Os transformadores grandes a ser usados em instalações interiores devem usar um líquido menos inflamável ou ser tipo seco, isto é, não tendo nenhum líquido.

Hoje, usa-se óleo não tóxico e estável à base de silicone ou esteres naturais ou sintéticos são a alternativa cada vez mais comum ao óleo mineral. Os Esters são não tóxicos, biodegradáveis e têm temperaturas de inflamação mais altas do que o óleo mineral.

## Transformadores monobloco isolados em SF6:

Os transformadores imersos em hexafluoreto de enxofre (SF6), apresentam aspectos construtivos próprios. O núcleo magnético é formado pelo empacotamento da chapa magnética, sem pernos de aperto e sustentado por uma estrutura de perfilado de ferro.

Os enrolamentos são isolados com materiais sintéticos e podem ser do tipo bobina ou do tipo em fita de cobre, conforme a intensidade da corrente eléctrica que os atravessa. Estes órgãos, que formam a parte activa do transformador, encontra-se encerrados no interior de uma cuba hermética.

O material isolante eléctrico e condutor de calor utilizado para promover o isolamento eléctrico e o arrefecimento do transformador é um gás: o hexafluoreto de enxofre (SF6). Trata-se de um gás que, como isolante eléctrico, tem um valor de rigidez 2,5 vezes superior à rigidez do ar à pressão atmosférica, e que apresenta uma boa regeneração da rigidez dieléctrica, depois de submetido a ruptura pelo arco eléctrico. Este gás, como condutor térmico, apresenta um elevado calor específico, o que facilita o transporte do calor dos enrolamentos onde se desenvolve para a superfície da cuba onde se dissipa. O SF6 não é solúvel em água e não liberta elementos tóxicos ou perigosos quando aquecido, pelo que não apresenta agressividade ambiental.

Todo o gás utilizado no transformador está contido na cuba, com um valor de pressão pequeno (1 bar a 4 bar). Por isso, a cuba não necessita de respeitar as normas construtivas para recipientes submetidos a elevadas pressões, registando-se mesmo casos de utilização do alumínio na construção dessa cuba.

Como o gás tem uma dupla função de isolante eléctrico e de condutor térmico, através do valor da respectiva pressão e do método de refrigeração consegue-se uma grande variedade de soluções construtivas e características nominais: um aumento da pressão do gás pode traduzi-se por uma maior potência nominal ou por um menor atravancamento do transformador.

O arrefecimento do transformador pode ser feito por convexão natural do gás ou por circulação forçada de um outro líquido refrigerante, que pode estar ou não estar em contacto directo com o hexafluoreto de enxofre.

Devido à utilização do hexafluoreto de enxofre e de lâminas de isolantes sintéticos no isolamento dos enrolamentos do transformador, que são materiais isolantes com constante dielétrica diferente das habituais, as distâncias entre enrolamentos e entre sub-enrolamentos e as dimensões dos calços de separação dos enrolamentos vêm alteradas, o que, sendo uma particularidade construtiva, não chega a influenciar o valor das dimensões globais do transformador.

As vantagens e os inconvenientes

Os transformadores em SF6 apresentam um conjunto de vantagens e alguns inconvenientes.

Como vantagens deste tipo de transformadores salienta-se que são seguros quanto ao contacto accidental porque têm as partes activas protegidas por uma cuba. O material isolante, o SF6, é auto-regenerador quanto à ruptura pelo arco eléctrico. Apresentam materiais isolantes quimicamente estáveis e sem problemas de envelhecimento.

O comportamento destes transformadores quanto ao impacto ambiental é bom porque no fim da vida útil os seus materiais são recicláveis, não apresentam agressividade ambiental durante o fabrico e durante o funcionamento, e funcionam bem tanto protegidos do meio ambiente em instalações interiores como expostos ao tempo em instalações exteriores.

Quanto à aplicação destes transformadores imersos em gás verifica-se que apresentam uma boa capacidade de sobrecarga e que não necessitam de fossa na sua instalação, o que reduz as necessidades de espaço para construção das subestações ou postos de transformação.

Verifica-se que um transformadores em SF6 ocupa menos 30% de espaço e apresenta-se como valor típico na sua aplicação uma redução de 15% no custo global de um subestação, apesar deste tipo de transformador ser mais caro que o tradicional transformador imerso em óleo. Assim, o preço constitui o seu maior inconveniente.

A manutenção

O transformador em SF6 é apresentado como uma máquina eléctrica que não requer manutenção. Tal é justificado pelo seus aspectos construtivos e pelas características do gás isolante em que está imerso: o hexafluoreto de enxofre.

Conclusão

Os transformadores imersos em hexafluoreto de enxofre (SF6) devido aos seus aspectos construtivos e às características deste gás requerem um conjunto pequeno de actos de manutenção, essencialmente no cumprimento do disposto no Regulamento de Segurança. Por isso, podem-se aproveitar as sessões de manutenção da instalação para efectuar as poucas e simples, acções necessárias à manutenção dos transformadores em SF6.

## Transformadores com isolante seco:

Nas instalações de distribuição de energia eléctrica existe frequentemente a necessidade de colocar o transformador no interior o mais próximo possível das unidades de carga. Estas técnicas de projecto de redes eléctricas tende actualmente, a ser utilizada na aplicação dos transformadores de potência. Daí resultou o ressurgimento dos transformadores com isolante seco e com diversos tipos de arrefecimento: não ventilados e com ventilação forçada.

Os transformadores com isolante seco, devido às suas características construtivas, em que o núcleo está recoberto por uma resina e os enrolamentos estão envolvidos, ou moldados, por um material isolante seco, têm problemas de projecto, aspectos de montagem, características de funcionamento e cuidados de manutenção que são próprios.

O núcleo dos transformadores com isolante seco é constituído por um empilhamento de chapa de aço silicioso, com cristais orientados, laminada a frio e recoberta por uma camada que serve de isolante inter-laminar. Os enrolamentos destes transformadores apresentam diferentes aspectos construtivos conforme o fabricante.

No enrolamento de baixa tensão, que é projectado de forma a tornar reduzidos os esforços mecânicos axiais numa situação de curto-circuito, utiliza-se um enrolamento em chapa rectangular, em banda, em cobre electrolítico ou em alumínio, com a ligação aos terminais feita através de uma barra soldada na extremidade da banda. Entre as diferentes camadas concêntricas do enrolamento existe uma lâmina isolante, de um material compósito reforçado com fibra de vidro. Este enrolamento está dividido em dois, ligados em serie, mas separados por um canal de ventilação onde se encontram alguns calços destinados a dar rigidez mecânica ao conjunto.

Existem várias técnicas construtivas para o enrolamento de alta tensão. Em todas elas se procura uma distribuição espacial das espiras e do material isolante, que permita obter um bom comportamento do enrolamento face às sobre-tensões de origem atmosférica. Neste enrolamento, o material condutor apresenta-se em fio ou em barra de cobre esmaltado.

Nos transformadores com isolante seco são muito importantes as características eléctricas do material isolante. Dele se exige que, na fase de moldagem e polimerização adquira uma boa homogeneidade, para evitar situações que permitam a existência de descargas parciais no interior do isolante. As características térmicas do material isolante devem ser tais que permitam uma boa condução, para o meio ambiente, do calor gerado pelas diferentes perdas energéticas.

## APARELHAGEM DE PROTECÇÃO

Seccionadores – Fusíveis abertos ( isolados a ar)  
Disjuntores abertos  
Seccionadores monobloco  
Disjuntores monobloco

## APARELHAGEM DE MANOBRA

Relés electrónicos e contactores

## APARELHAGEM DE MEDIDA

Transformadores de Potencial TP e de Intensidade TI

**Hexafluoreto de Enxofre SF<sub>6</sub>** – O novo gás de isolamento e extinção de arco para celas e aparelhagem monobloco

**Hexafluoreto de Enxofre** é um composto químico inorgânico de enxofre e flúor com a fórmula química SF<sub>6</sub>.

Hexafluoreto de Enxofre é um gás sintético, utilizado principalmente pela indústria eléctrica, como meio isolante e extintor de arco eléctrico, tanto em disjuntores, como em postos de transformação monobloco blindados.

É formado por um átomo de enxofre, rodeado por 6 átomos de flúor. Possui grande eletronegatividade, portanto extingue arcos eléctricos. É quimicamente inerte, 5 vezes mais denso que o ar, porém é 23.000 vezes mais nocivo para o efeito estufa que o dióxido de carbono. Contudo devido ao seu uso muito restrito



não representa contribuição substancial no aquecimento global (menor do que 1%). Não é um gás tóxico, entretanto por ser mais denso que o ar, em ambientes fechados e de pouco espaço, expulsa o oxigênio, causando asfixia.

## Celas e aparelhagens modulares compactas com isolamento a SF6 da Merlin Gerin ( Grupo Schneider )



As qualidades excepcionais do SF6 como agente de corte são utilizadas para extinguir arco eléctrico, que se produz quando os contactos móveis se separam dos fixos. O movimento relativo entre o arco e o gás aumenta o arrefecimento do arco, acelerando a sua extinção.

combinação do campo magnético, gerado por um íman permanente, com a intensidade da corrente provoca a rotação do arco em torno do contacto fixo, o seu alongamento e arrefecimento até à extinção, no momento da passagem da corrente por zero.

distância entre os contactos fixos e móveis é, então, suficiente para suportar a tensão de restabelecimento.

Este sistema, simultaneamente simples e seguro, garante uma duração de vida eléctrica acrescida, dado o desgaste dos contactos ser muito reduzido.

gama SM6 é composta por celas modulares, equipadas com aparelhagem fixa, em invólucro metálico, utilizando o hexafluoreto de enxofre (SF6):

- interruptor - seccionador,
- disjuntor Fluarc SF1 ou SFset,
- contactor Rollarc 400 ou 400D,
- seccionador.

As celas SM6 permitem realizar a parte MT dos postos de seccionamento e transformação MT/BT de distribuição pública ou privada MT até 36 Kv. Para além das suas características técnicas, as celas SM6 respondem às exigências em matéria de protecção de pessoas e bens, facilidade de instalação e de exploração.

As celas SM6 são concebidas para instalação interior (IP2XC) e beneficiam de dimensões reduzidas:

- largura: de 375 a 1100 mm,
- altura: 1600 e 2250 mm,
- profundidade: 840 e 1500 mm,

que lhes permitem ser instaladas em locais de pequenas dimensões ou num posto pré-fabricado. Os cabos são ligados pela parte frontal das celas. A exploração é simplificada pelo reagrupamento de todos os comandos num painel frontal. As celas podem ser equipadas com vários acessórios (relés, toros, transformadores de medida, etc.)

As celas SM6 obedecem às seguintes recomendações, normas e especificações:

- recomendações: IEC 298, 265, 129, 694, 420, 56;
- normas UTE: NFC 13.100, 13.200, 64.130, 64.160;
- especificações EDF: HN 64-S-41, 64-S-43.

### Identificação das celas

As celas SM6 são identificadas por um código composto por:

- designação da função, ou seja, código do esquema eléctrico: IM - QM - DM1 - CM - DM2 - etc.;
- corrente estipulada: 400 - 630 - 1250 A;
- tensão estipulada: 7.2 - 12 - 17,5 - 24 - 36 kV;
- corrente máxima de curta duração admissível: 12.5 - 16 - 20 - 25 kA/1s.

Exemplo:

Para uma cela SIM 2440012

IM indica uma cela de entrada ou saída;

24 indica a tensão estipulada: 24 kV;

400 indica a corrente estipulada: 400 A;

12 indica a corrente máxima de curta duração admissível: 12,5 kA/1s.

## **CAPÍTULO 3 - RESPONSABILIDADES E OBRIGAÇÕES**

### 1. Responsabilidades e obrigações

“As entidades com instalações fisicamente ligadas à REDE PÚBLICA DE DISTRIBUIÇÃO DE ENERGIA ELÉCTRICA são responsáveis pelas perturbações por si causadas no funcionamento das redes PÚBLICAS ou nos equipamentos de outros clientes, cabendo-lhes o pagamento dos prejuízos.”

“A entidade responsável pelo fornecimento ou entrega de energia eléctrica a um cliente pode interromper o serviço prestado quando a gravidade da situação o justifique ou quando o cliente não elimine, nos prazos referidos no número seguinte, as causas das perturbações emitidas, dando conhecimento do facto à DGE e à ERSE.”

**Nota: O termo perturbações engloba as causadas à qualidade da onda de tensão, tais como, cavas de tensão e distorção harmónica.**

Artigos 10.º e 12.º do Regulamento da Qualidade de Serviço, Despacho n.º 2410-A/2003 (2ª série)

### 2. Quem deve o cliente contactar se necessitar do isolamento do seu Posto de Transformação, para trabalhos de conservação, reparação ou remodelação?

Basta contactar a EDP, com uma antecedência de quinze (15) dias, preferencialmente o seu Gestor de Cliente, pessoalmente, por carta, e-mail ou fax, indicando a instalação onde pretendem fazer trabalhos, a pessoa responsável pelos mesmos e a data e hora proposta para a realização dos mesmos.

Na data e hora acordada, que poderá ser diferente da proposta, o Responsável de Trabalhos será contactado pelo Responsável ou Delegado de Consignação, que emitirá o correspondente Boletim de Trabalhos, sem o qual não poderá ser iniciada qualquer intervenção.

### 3. Atribuições do Responsável de Trabalhos

#### “6.3.4.1

Confirmar a realização das manobras, bloqueios e outras medidas de segurança mandadas executar pelo Responsável de Consignação ou Delegado de Consignação, só as podendo alterar com a autorização deste.”

#### “6.3.4.2

Receber autorização do Responsável de Consignação ou Delegado de Consignação, para início de trabalhos fora de tensão, de acordo com os procedimentos estipulados, não podendo nenhum trabalho ser iniciado sem que a referida autorização tenha sido emitida e recebida.”

#### “6.3.4.5

Reunir com todos os trabalhadores sob a sua direcção para lhes referenciar todas as medidas de segurança tomadas, indicar os limites da zona de trabalhos e informar dos cuidados individuais a ter durante a realização dos trabalhos fora de tensão.”

- Regulamento da Rede de Distribuição

### 4. Trabalhos em tensão (TET)

**No caso de trabalhos em tensão (TET) deverá ter sido emitida pela EDP a correspondente autorização de intervenção (AIT) e o Responsável de Trabalhos não poderá dar início à execução dos mesmos sem a autorização do Agente de Exploração.**



## MANUTENÇÃO DOS POSTOS DE TRANSFORMAÇÃO

### OBJECTIVO

Tomar conhecimento de Recomendações/Orientações com os procedimentos de Manutenção para os Postos de Transformação, tendo em vista a segurança das intervenções e a melhoria da qualidade de serviço.

### INTRODUÇÃO

Os Sistemas de Energia Eléctrica, de que fazem parte a Produção, o Transporte e a Distribuição de electricidade, estão interligados entre si constituindo na verdade uma só “Rede Infinita”.

Quer isto dizer que a Qualidade de Serviço não depende só do modo como é feita a Exploração das Redes da EDP ou dos outros distribuidores, mas também dos eventuais incidentes com origem nas Instalações Eléctricas dos clientes da EDP Distribuição e do modo de exploração das mesmas.

De acordo com a legislação em vigor, todos os clientes alimentados a partir de um Posto de Transformação privado devem ter um Técnico Responsável pela Exploração das instalações eléctricas.

As questões que envolvem a Exploração de um Posto de Transformação estão regulamentadas por diversa legislação, que iremos citar nos capítulos seguintes.

### DISPOSIÇÕES LEGAIS APLICÁVEIS

Inspecções de instalações eléctricas “O Técnico Responsável pela Exploração” deverá inspecionar as instalações eléctricas com a frequência exigida pelas características de exploração, no mínimo duas vezes por ano, a fim de proceder às verificações, ensaios imediações regulamentares e elaborar o relatório referido no artigo 14.º, devendo estas inspecções obrigatórias ser feitas, uma, durante os meses de Verão e, outra, durante os meses de Inverno.

O relatório referido no número anterior será enviado, anualmente, aos respectivos serviços externos da Direcção Geral de Energia.....”

Artigo 20.º do Decreto –Lei n.º 517/80 de 31 de Outubro

Verificação dos eléctrodos de terra “Os exploradores de postos e subestações deverão verificar uma vez por ano, durante os meses, de Junho, Julho, Agosto ou Setembro, as resistências de terra de todos os eléctrodos de terra que lhes pertençam. Os resultados obtidos deverão ser anotados num registo especial que possa ser consultado, em qualquer ocasião, pela fiscalização do Governo.”

Limpeza, conservação e reparação das instalações “A limpeza das instalações deverá efectuar-se com a frequência necessária para impedir a acumulação de poeiras e sujidades, especialmente sobre os isoladores e aparelhos.

Quaisquer trabalhos de limpeza, conservação e reparação só poderão ser executados por pessoal especialmente encarregado e conhecedor desses serviços ou por pessoal trabalhando sob sua direcção.”

Artigos 60.º e 103.º do Regulamento de Segurança de Subestações e Postos de Transformação e de Seccionamento, aprovado pelo Decreto n.º 42 895/60 de 31 de Março alterado pelos, Decreto Regulamentar n.º 14/77, de 18 de Fevereiro, e Decreto Regulamentar n.º 56/85 de 06 de Setembro.

Manutenção da Rede de Distribuição “11.3 As entidades ligadas à Rede de Distribuição devem manter as suas instalações eléctricas em bom estado de funcionamento e de conservação, de modo a não causarem perturbações ao bom funcionamento da Rede de Distribuição.”

Regulamento da Rede de Distribuição, Despacho n.º 13 615/99 (2ª série) alterado pelo Despacho n.º 25 246/99 (2ª série)

### ÂMBITO DE APLICAÇÃO

No sentido de dar cumprimento ao estabelecido legalmente, apresentam-se, de modo sucinto, as recomendações, em jeito de orientações técnicas, que permitem garantir as melhores condições de funcionamento das instalações dos PT.

De acordo com as disposições legais em vigor, os Postos de Transformação “deverão ser inspeccionados com a frequência exigida pelas características de exploração, no mínimo duas vezes por ano, a fim de proceder às verificações, ensaios e medições regulamentares e elaborar o relatório.”.

É importante referir que as condições ambientais que envolvem a instalação devem ser tidas em consideração, nomeadamente, as que estão mais sujeitas à agressividade dos agentes de poluição local (ex.: Salinos/Químicos/Húmidos/Poeirentos), considerando a zona de inserção e estabelecendo também uma relação directa com o tipo de actividade desenvolvida pela unidade industrial/outra a que está associada.

## ACÇÕES DE MANUTENÇÃO

No presente capítulo definem-se as Acções de Manutenção Preventiva a levar a cabo em Postos de Transformação (Cabinas e Aéreos) e os documentos de suporte (Relatórios de Inspeção) a serem utilizados.

Para efeitos da aplicação prática, consideraram-se dois tipos de Postos de Transformação:

A;

AS;

AI de alvenaria

(CB, CA) c/ invólucro metálico (CM)

subterrâneas (CS)

## AÉREOS CABINAS

Manutenção Preventiva Sistemática (MPS) A Manutenção Preventiva Sistemática contempla a realização de 2 tipos de Acções para os Postos de Transformação:

### Inspeção

Observação visual do estado da instalação.

Termovisão sobre todas as ligações eléctricas existentes.

Medição das resistências dos eléctrodos de terra:

1.terra de serviço;

2. terra de protecção. Verificação dos sistemas de protecção.

### Manutenção Integrada

Observação visual do estado da instalação.

Termovisão de todas as ligações eléctricas existentes.

Medição das resistências dos eléctrodos de terra:

1.terra de serviço;

2. terra de protecção.

Revisão (afinação, lubrificação, ensaio de funcionamento) dos dispositivos de manobra.

Verificação e ensaios dos sistemas de protecção.

A descrição mais pormenorizada destas acções é a que resumidamente se apresenta.

### A - Inspeção

— Observação visual do estado das instalações e equipamentos eléctricos e identificação e registo em ficha própria das anomalias detectadas e do grau de prioridade que deve ser considerado para a sua correcção.

— Termovisão de todas as ligações com recurso a equipamento especial de medida de temperatura sem contacto, para detecção de eventuais pontos quentes.

— Medição das resistências de terra do PT (terra de serviço e terra de protecção).

— Verificação dos sistemas de protecção.

Documentos de suporte:

Relatórios,

PTC\_01 (Aéreos) e PTC\_02 (Cabinas).

Meios e equipamentos necessários:aparelho para medição de terras equipamento simplificado para termovisão.

### B – Manutenção Integrada

— Termovisão de todas as ligações eléctricas, limpeza geral do PT e respectivos equipamentos, revisão dos dispositivos de manobra (afinação, lubrificação, ensaios de funcionamento), medição da resistência dos eléctrodos de terra e preenchimento do Relatório PTC\_02.

— A realização desta acção poderá ser executada com recurso a corte de corrente (consignação do PT) ou em tensão (TET).

— De uma forma mais detalhada, a Acção de Manutenção Integrada contempla:

— limpeza geral do Posto de Transformação;

— limpeza geral do barramento MT e respectivos elementos de suporte e isolamento (PT com barramento à vista);

— limpeza de todos os órgãos de corte e/ou protecção;

- limpeza dos Transformadores de Potência;
- limpeza do Quadro Geral de Baixa Tensão;
- manutenção geral (afinações, lubrificações, etc.) dos órgãos de corte e respectivos comandos;
- verificação de ligações e apertos;
- verificação e lubrificação de dobradiças, fechaduras e fechos das portas de acesso à instalação;
- verificação do bom estado de funcionamento da iluminação do PT, com substituição do material avariado ou danificado;
- medição das resistências dos eléctrodos de terra do PT;
- eventual substituição da sílica-gel;
- análise físico-química do óleo do Transformador;
- eventual reposição do nível do óleo do TP;
- verificação e ensaios dos sistemas de protecção.

Documentos de suporte: Relatório PTC\_02 (Cabinas).

Meios e equipamentos necessários: aparelho para medição da resistência dos eléctrodos de terra; equipamento simplificado para termovisão.

Nota: para além do referido em jeito de aconselhamento, devem ser tidas em consideração as recomendações/instruções do fabricante dos equipamentos instalados.

Periodicidade das Acções de (MPS) Tendo em consideração o disposto nos pontos anteriores, é da responsabilidade do Técnico Responsável pela Exploração da instalação o estabelecimento da frequência com que devem ser executadas as acções de Manutenção sobre os Postos de Transformação, podendo ser consideradas como referencial as periodicidades abaixo indicadas.

ACÇÕES	PERIODICIDADE
Inspeção (Disposição regulamentar)	Pelo menos 2 vezes / Ano
Manutenção integrada (Pode coincidir com uma acção de Inspeção)	Pelo menos 1 vez / Ano

Documentos de suporte Nas Inspeções dos PT (Aéreos e Cabinas) podem usar-se os impressos designados por Relatório de Inspeção (PTC\_01 e PTC\_02), que se apresentam nos Anexos A e B, nos quais constam as listagens de pontos a observar.

Nestes relatórios registar-se-ão as anomalias detectadas e o grau de prioridade que deve ser considerado para a sua resolução.

## MANUTENÇÃO PREVENTIVA CONDICIONADA

A Manutenção Preventiva Condicionada consiste na resolução das anomalias detectadas no âmbito das acções de Manutenção Preventiva Sistemática, nomeadamente na Inspeção.

Essas anomalias deverão ser resolvidas em função da sua gravidade e de acordo com uma prioridade (1 - 2 - 3), que deverá ser estabelecida com base nos seguintes critérios:

- anomalias graves com forte probabilidade de originar, no curto prazo, uma avaria com interrupção de corrente.
- anomalias de média gravidade que não evoluam, no curto prazo, para uma situação de risco de avaria.
- anomalias menos graves que não ponham em risco a segurança das instalações e pessoas.

A título de exemplo, os prazos máximos de resolução dessas anomalias em função das prioridades indicadas, poderão ser os seguintes:

Prazos de resolução (dias)	Imediata	30	60
----------------------------	----------	----	----

## RECOMENDAÇÕES DE EXPLORAÇÃO

1. Verificar se a ponta máxima (kW) atingida pelo Transformador de Potência, se enquadra nos parâmetros do seu dimensionamento (kVA).
2. Controlar a energia reactiva (cos ).

3.Efectuar periodicamente a medição das tensões secundárias e, se necessário, adequar a respectiva tomada (operação a ser executada sem tensão e, por pessoal habilitado).

## INFORMAÇÕES GERAIS

Responsabilidades e obrigações “As entidades com instalações fisicamente ligadas ao SEP são responsáveis pelas perturbações por si causadas no funcionamento das redes do SEP ou nos equipamentos de outros clientes, cabendo-lhes o pagamento dos prejuízos.”

“A entidade do SEP responsável pelo fornecimento ou entrega de energia eléctrica a um cliente pode interromper o serviço prestado quando a gravidade da situação o justifique ou quando o cliente não elimine, nos prazos referidos no número seguinte, as causas das perturbações emitidas, dando conhecimento do facto à DGE e à ERSE.”

Artigos 10.º e 12.º do Regulamento da Qualidade de Serviço, Despacho n.º 2410-A/2003 (2ªsérie)

**Nota: o termo perturbações engloba as causadas à qualidade da onda de tensão, tais como, cavas de tensão e distorção harmónica.**

Quem deve o cliente contactar se necessitar do isolamento do seu Posto de Transformação, para trabalhos de conservação, reparação ou remodelação? Basta contactar a EDP Distribuição, com uma antecedência de quinze (15) dias, preferencialmente o seu Gestor de Cliente, pessoalmente, por carta, e-mail ou fax, indicando a instalação onde pretende fazer trabalhos, a pessoa responsável pelos mesmos e a data e hora propostas para a realização dos já citados trabalhos.

Na data e hora acordada, que poderá ser diferente da proposta, o Responsável de Trabalhos será contactado pelo Responsável ou Delegado de Consignação, que emitirá o correspondente Boletim de Trabalhos, sem o qual não poderá ser iniciada qualquer intervenção.

## Atribuições do Responsável de Trabalhos

“6.3.4.1 Confirmar a realização das manobras, bloqueios e outras medidas de segurança mandadas executar pelo Responsável de Consignação ou Delegado de Consignação, só as podendo alterar com a autorização deste.

“6.3.4.2 Receber autorização do Responsável de Consignação ou Delegado de Consignação, para início de trabalhos fora de tensão, de acordo com os procedimentos estipulados, não podendo nenhum trabalho ser iniciado sem que a referida autorização tenha sido emitida e recebida.”

“6.3.4.5 Reunir com todos os trabalhadores sob a sua direcção para lhes referenciar todas as medidas de segurança tomadas, indicar os limites da zona de trabalhos e informar dos cuidados individuais a ter durante a realização dos trabalhos fora de tensão.”

Regulamento da Rede de Distribuição

8.4 Trabalhos em tensão (TET) No caso de trabalhos em tensão (TET) deverá ter sido emitida pela EDP Distribuição a correspondente autorização de intervenção (AIT) e o Responsável de Trabalhos não poderá dar início à execução dos mesmos sem a autorização do Agente de Exploração.

## ANEXO A

### POSTOS DE TRANSFORMAÇÃO - AÉREOS

#### RELATÓRIO DE INSPECÇÃO N.º

Entidade PTC Empresa Executante Nº Insc. DGE Rubrica / Data / /

O Técnico Responsável

Data / /

#### TRAVESSA PRIORIDADE INTERV.A)

#### OBSERVAÇÕES

1 PINTURA-

#### ESTADO GERAL APOIO

- 2 ESTADO GERAL
- 3 ACESSOS PLATAFORMA
- 4 DO SECCIONADOR – ESTADO GERAL
- 5 DO QUADRO - ESTADO GERAL
- 6 LIGAÇÃO À TERRA DE PROTECÇÃO SECCIONADOR / INTERRUPTOR - SECCI-  
ONADOR
- 7 PINTURA – ESTADO GERAL
- 8 ISOLADORES-BIELAS
- 9 FACAS-MAXILAS
- 10 COMANDO-REENVIOS BARRAMENTO
- 11 BARRAMENTO – ESTADO GERAL TRANSFORMADOR
- 12 ESTADO GERAL DA PINTURA
- 13 ISOLADORES- PRIMÁRIO
- 14 ISOLADORES- SECUNDÁRIO
- 15 NÍVEL DE ÓLEO - FUGAS
- 16 SUPORTE DST (Pára-Raios)
- 17 ESTADOGERAL
- 18 CONSOLA-ESTADOGERAL TUBOS DE PROTECÇÃO
- 19 ESTADOGERAL 123
- 20 FIXAÇÃO AO APOIO

## QUADRO GERALBT PRIORIDADE INTERV.

- A) OBSERVAÇÕES
- 21 INVÓLUCRO-ESTADOGERAL
- 22 INVÓLUCRO-PINTURA
- 23 PLACA DE IDENTIFICAÇÃO E DE “PERIGO DE MORTE”
- 24 CADEADO/CHAVE
- 25 DOBRADIÇAS
- 26 INTERRUPTOR GERAL
- 27 RELÉS TÉRMICOS
- 28 IDENTIFICAÇÃO DE SAÍDAS BT
- 29 BASESFUSÍVEIS
- 30 FUSÍVEIS
- 31 ENSAIO DO COMANDO DA ILUMINAÇÃO EXTERIOR
- 32 CÉLULA FOTOELÉCTRICA
- 33 INTERRUPTOR HORÁRIO
- 34 CONTACTOR(ES)
- 35 EXISTÊNCIA DE PONTOS QUENTES BARRAMENTO/ LIGAÇÕES
- B) SISTEMAS DE PROTECÇÃO
- 36 VERIFICAÇÃO/ENSAIOS MAPAS
- 37 MAPA DE REGISTO DE TERRAS
- C) TP: ..... TS: .....
- 38 MAPA DE PRIMEIROS SOCORROS EQUIPAS DE CONTAGEM PRÓPRIAS
- 39 CONTADOR
- 40 CONTADOR
- 41 TI LIMPEZA
- 42 ESTADOGERAL-LIMPEZA 123

INSTRUÇÕES DE PREENCHIMENTO A - Assinalar com X a prioridade (1, 2, 3) na quadrícula respectiva, para a resolução das anomalias detectadas.

Prazos de resolução (dias): 1: imediata; 2: 30; 3: 60

B - Identificar em observações a localização exacta dos pontos quentes

C - Terras (TP e TS):

normal: 20 ;

necessita de intervenção:

20 OBSERVAÇÕES COMPLEMENTARES PTC 01

ANEXO B

POSTOS DE TRANSFORMAÇÃO - CABINAS

RELATÓRIO DE INSPECÇÃO N.º

Entidade PTC

Empresa Executante N.º Insc.

DGE Rubrica / Data / /

O Técnico Responsável

Data / /

EDIFÍCIO / INVÓLUCRO PRIORID. INTERV.

A) OBSERVAÇÕES

1 ACESSO AO PT

2 ESTADO GERAL CONST. CIVIL (RACHAS / HUMIDADES)

3 PINTURA EXTERIOR

4 VENTILAÇÃO

5 JANELAS / VIDROS

6 PORTA(S) / FECHADURA(S) / PUXADOR(ES) / PINTURA

7 CHAVE / DOBRADIÇAS

8 PLACA DE IDENTIFICAÇÃO E DE "PERIGO DE MORTE"

9 PINTURA INTERIOR

10 LIMPEZA INTERIOR

11 VEDAÇÕES DAS CELAS

12 TAMPAS DAS CALEIRAS

13 PLACA PASSA-MUROS

14 PASSA-MUROS

15 ILUMINAÇÃO DO PT

16 MAPA DE REGISTO DE TERRAS

D) TP: ..... TS: .....

17 QUADRO DE PRIMEIROS SOCORROS

18 ESTRADO/TAPETE ISOLANTE CAIXAS DE FIM DE CABO PAINEL / CELA

19 FUGAS/LIMPEZA/DERRAME DE ÓLEO/CONTORNAMENTOS

20 ESTADO LIGAÇÕES DAS BAINHAS À TERRA DE PROTECÇÃO

21 EXISTÊNCIA DE PONTOS QUENTES NOS TERMINAIS PAINEL / CELA

22 ESTADO DOS COMANDOS MECÂNICOS/LUBRIFICAÇÃO

23 CORROSÃO NAS PARTES METÁLICAS



- 24 ESTADO DOS CONTACTOS
- 25 ESTADO DOS ISOLADORES SECCIONADORES, INTERRUPTORES, COMBINADOS
- 26 EXISTÊNCIA DE PONTOS QUENTES NAS LIGAÇÕES PRIORID. INTERV. A)
- 27 NÍVEL DE ÓLEO ISOLANTE / FUGAS DE ÓLEO
- 28 COMANDO:ESTADO GERAL/LUBRIFICAÇÃO
- 29 CORROSÃO NAS PARTES METÁLICAS
- 30 EXISTÊNCIA DE PONTOS QUENTES BARRAMENTO
- 31 ESTADO GERAL DE CONSERVAÇÃO
- 32 ISOLADORES DE SUPORTE RACHADOS / CONTORNADOS
- 33 EXISTÊNCIA DE PONTOS QUENTES NAS LIGAÇÕES

B) TRANSFORMADORES DE POTÊNCIA(MT/BT)

- 34 NÍVEL DE ÓLEO ISOLANTE NO CONSERVADOR
- 35 FUGAS DE ÓLEO E ESTADO DAS JUNTAS DE VEDAÇÃO
- 36 ESTADO DA SÍLICA-GEL
- 37 EXISTÊNCIA DE FOCOS DE CORROSÃO
- 38 EXISTÊNCIA DE PONTOS QUENTES - LIGAÇÕES MT/BT

C) QUADRO GERAL BT

- 39 ESTADO GERAL, LIMPEZA, APERTOS
- 40 INTERRUPTOR GERAL
- 41 ESTADO DAS BASES FUSÍVEL
- 42 ENSAIO DO COMANDO DA ILUMINAÇÃO EXTERIOR
- 43 EXISTÊNCIA DE PONTOS QUENTES NAS LIGAÇÕES

D) SISTEMAS DE PROTECÇÃO

- 44 VERIFICAÇÃO/ENSAIOS EQUIPAMENTOS DE CONTAGEM PRÓPRIAS
- 45 CONTADOR
- 46 CONTADOR
- 47 ESTADO GERAL DOS TT/TI

DISJUNTORES PAINEL/CELA

INSTRUÇÕES DE PREENCHIMENTO A - Assinalar com X a prioridade (1, 2, 3) na quadrícula respectiva, para a resolução das anomalias detectadas Prazos de resolução (dias): 1: imediata; 2: 30; 3: 60 B - Identificar, em observações, a localização exacta dos pontos quentes C - Estado da sílica-gel: normal: 40% azul; necessita de intervenção: 40% azul D - Terras (TP e TS): normal: 20 ; necessita de intervenção: 20

OBSERVAÇÕES COMPLEMENTARES

PTC\_02

## **CAPÍTULO 4 - MANOBRAS EM MÉDIA TENSÃO**

As manobras em Média Tensão devem ser consideradas sempre do ponto de vista da Segurança :

- Segurança dos equipamentos do PT
- Segurança da RESP
- Segurança da Rede de Consumo
- Segurança das Pessoas

As manobras de Média Tensão podem ser classificadas por tipo de operação em manobras de:

- Corte de circuitos
- Seccionamento parcial ( de circuitos ) ou geral ( do PT )
- Arranque e Deslastramento de cargas
- Transferência ou Baldeamento de cargas ( transferência de cargas de um circuito para outro (exm: de um transformador para outro ou de um ramal para outro)

As necessidades de manobra podem ser motivadas por razões de operação e controlo por avaria, por necessidade de manutenção preventiva ou correctiva programada (por exemplo substituição de aparelhos ou elementos do barramento ou cabos) ou simplesmente para ensaio

Devido às elevadas tensões e correntes presentes num PT a operação de aparelhos está sujeita a regras rígidas muitas vezes independentes da vontade do operador .

São os chamados encravamentos ou sequências obrigatórias de operação de um aparelho ou conjunto de aparelhos. Esses encravamentos podem ser mecânicos ou eléctricos.

Por exemplo:

- não se pode abrir um seccionador simples sem que o aparelho de corte do respectivo circuito tenha sido aberto
- Não se pode abrir a porta de uma cela se o seccionador associado não estiver na posição de aberto do barramento e ligado à terra

Quase todos os aparelhos de manobra destinados a ser operados pelo homem têm a sua acção dependente de um sistema mecânico de mola de carga, pelo que em primeiro lugar o operador tem de armar o sistema e só depois pode dar a ordem de execução

Nos aparelhos de comando eléctrico actuados por intermédio de uma central de controlo computadorizada existem encravamentos eléctricos e ainda alguns encravamentos mecânicos que impedem a execução de manobras perigosas.

Para segurança do operador este deve executar as manobras sempre munido dos EPI (Equipamentos de protecção individual como Luvas isoladas, Botas de protecção etc) e EPC ( equipamentos de protecção colectiva – estrado de protecção e bastão isolado, detector de tensão etc)

## PROCEDIMENTOS DE SEGURANÇA PARA MANOBRAS E MANUTENÇÃO EM CIRCUITOS DE MÉDIA TENSÃO

### Objectivo

Fixar normas directrizes e instruções para manobras e manutenção em circuitos eléctricos de média e alta tensão.

### Definição

Sigla EPI – Equipamento de Protecção Individual

Sigla EPC – Equipamentos de Protecção Colectiva

### Normas, Directrizes e Instruções

**(Norma)** É terminantemente proibida a execução de serviços eléctricos e/ou manobras eléctricas, independente da tensão, por funcionários que não tenham sido treinados para tal.

**(Norma)** Os serviços em electricidade devem ser executados no mínimo por 2 (dois) funcionários sendo obrigatoriamente 1 (um) profissional em electricidade (electricista, encarregado, engenheiro técnico electrotécnico ou engenheiro electrotécnico).

**(Norma)** Para efectuar manobras nos circuitos de Média Tensão deverão ser utilizados os EPIs e EPC's descritos no ponto 4 abaixo.

**(Norma)** Todos os funcionários devem inspeccionar os EPI's (quanto ao estado de conservação ou humidade), sendo de sua responsabilidade essa inspecção antes de iniciar os trabalhos em PT ou Subestações.

**(Directriz)** Antes do início dos trabalhos, o supervisor deverá fazer um “briefing” sobre os objectivos do trabalho e procedimentos de segurança no trabalho.

**( Norma)** Antes de qualquer trabalho em electricidade, deverão ser removidos do corpo e roupa, todos os objectos com componentes metálicos, tais como relógios, pulseiras, correntes etc...

**(Directriz)** O Chefe de Equipa deverá inspeccionar as instalações e equipamentos com o detector de tensão para se certificar da ausência de tensão tendo particular atenção aos transformadores que ficam com estática mortal mesmo depois de desligados.

**(Norma)** Antes do início dos trabalhos, os equipamentos dos PT / Subestações envolvidos deverão ser ligados à terra (incluindo todos os pólos dos transformadores).

**(Directriz)** Só se dará início aos trabalhos após a libertação dos equipamentos envolvidos pelo Chefe da equipa de trabalho .

**(Norma)** Havendo equipamentos em tensão no PT ou Subestação onde se realiza os trabalhos, estes deverão ser isolados com faixa zebra e placa indicando “perigo equipamento em tensão” além da comunicação verbal pelo Chefe da equipe de trabalho.

**(Instrução)** Os trabalhos em condensadores ou cabos requerem verificação de eventuais tensões residuais antes da execução dos trabalhos, para tanto deve-se utilizar o bastão detector de tensão e ligar à terra o circuito.

**(Directriz)** Após o fim dos trabalhos de manutenção em subestações e antes do restabelecimento de tensão, o Chefe de equipa deverá inspeccionar os equipamentos que foram submetidos a manutenção para certificar se não foram esquecidas ferramentas no seu interior, se as ligações à terra foram retiradas e se não existem circuitos desligados.

**(Instrução)** Após a conclusão dos trabalhos e antes de religar o sistema, toda equipe deverá deixar o PT ou Subestação e colocar-se em local seguro.

**(Instruções).** Para efectuar manobras nos circuitos de Média Tensão (15 Kv), deverão ser tomadas as seguintes precauções :

- a. Retirar os disjuntores dos circuitos correspondentes no barramento do distribuidor e no barramento do consumidor;
- b. Abrir o seccionador ou disjuntor da entrada da sub-estação correspondente ao serviço (e liga-lo à terra onde for aplicável);

Para efectuar manutenção nos circuitos de MT, deverão ser tomadas as seguintes precauções :

- a. Retirar os disjuntores dos circuitos correspondentes no barramento do consumidor e no barramento do distribuidor;
- b. Sinalizar os disjuntores com o estado de "EM MANUTENÇÃO"- (Cartão Vermelho) ;
- c. Abrir o seccionador ou disjuntor da entrada da sub-estação correspondente ao serviço;
- d. Ligar à terra o circuito com cabo adequado e em local apropriado para tal.

Para efectuar manobras manuais nos circuitos de 15 Kv (EDP):

- a. Deve-se utilizar os cartões de sinalização de manobra, e as manobras só poderão ser executadas por pelo menos 2 funcionários, sendo pelo menos um E&I (Electricista/Instrumentista) devidamente treinado e ter o acompanhamento da Supervisão .
- b. Em caso de manutenção, Sinalizar com Cartão Vermelho e fazer a ligação à terra do circuito com cabo adequado e em local apropriado para tal.
- c. Abrir o seccionador ou disjuntor de entrada correspondente ao serviço, e se houver necessidade, retirar os disjuntores dos circuitos correspondentes no barramento do consumidor e no barramento da EDP.

NOTA: Colocar a quantidade necessária de cartões vermelhos por disjuntor de forma que; um canhoto ficará com o executante e os outros serão fixados aos cabos de ligação á terra do circuito. No cartão vermelho e no canhoto do cabo terra deve-se colocar no campo "observação" a identificação do local da ligação à terra .

## **EPI's Equipamentos de Protecção Individual EPC's Equipamentos de Protecção Colectiva e Ferramentas para manobras**

Para efectuar manobras em circuitos eléctricos de média tensão, durante desligamento e testes, os dois executantes deverão fazer uso dos seguintes **EPI's (Equipamentos de Protecção Individual)** e ferramentas:

- Capacete de Segurança, com viseira em poli-carbonato.
- Calçado de Segurança, com sola isolante, injectado, formato anti-derrapante, sem biqueira de aço e sem outros componentes metálicos, próprio para electricistas;
- Óculos de Protecção;
- Luvas para alta tensão:
- Classe II – 17,5 Kv (para trabalhos até 15 Kv) e
- Classe IV - 40 Kv (para trabalhos em tensão superior 15 Kv)
- Protector Auricular;

Para efectuar trabalhos de manutenção em circuitos eléctricos de média tensão, os dois executantes deverão fazer uso dos seguintes EPI's e ferramentas:

- Capacete de Segurança, com viseira em poli-carbonato.
- Calçado de Segurança, com sola isolante, injectado, formato anti-derrapante, sem biqueira de aço e sem outros componentes metálicos, próprio para electricistas;
- Óculos de Protecção;
- Luvas para alta tensão:
- Classe II – 17,5 Kv (para trabalhos até 15 Kv) e
- Classe IV - 40 Kv (para trabalhos em tensão superior 15 Kv).
- Protector Auricular;
- Cintos de segurança para serviços em altura acima de 2 (dois) metros.

Para efectuar trabalhos de manutenção em circuitos eléctricos de média tensão, deverão existir os seguintes **Equipamentos de Protecção Colectiva EPC's**:

- Fita zebrada para delimitação das áreas quando aplicável
- Bastão de teste para alta tensão em fibra de vidro, 1.250 mm. de comprimento, faixa de isolamento de 1 a 138 Kv nos casos de trabalhos de manutenção.
- Conjunto de ligações à terra ( aterramento );
- Tapete ou estrado isolante com o nível de isolamento adequado para a tensão (Não devem ser usados bancos ou estrados de madeira construídos artesanalmente)
- Lanterna
- Extintor

## Responsabilidades

1 É responsabilidade da Supervisão de Operação e/ou Técnicos de Manutenção das áreas envolvidas com estas tarefas, o cumprimento na íntegra destas normas.

2. É responsabilidade do cliente realizar o teste obrigatório nas luvas de alta tensão semanalmente ou quando o utilizador constatar qualquer irregularidade que coloque em dúvida a protecção da luva. Os departamentos que possuem esta luva, devem encaminhá-las para teste no sendo que este visa identificar possíveis furos ou problemas que comprometam o bom funcionamento do EPI.

2.1. Cabe ao utilizador inspeccionar antes de utilizar, tanto a luva de borracha como a luva de couro que a sobrepõe e protege.

3. Definir os locais para armazenagem das luvas:

- a) PT nº XXX
- b) Sala de Manutenção XXXXX
- c) Departamento de Segurança

**NOTA IMPORTANTE: A não observância voluntária e reiterada destas normas directrizes e instruções, caracteriza um acto de indisciplina ou insubordinação, passível de aplicação de penas disciplinares, e em caso de acidente caracteriza responsabilidade civil e criminal por negligência ou dolo.**

4 Responsabilidades do proprietário ou contratante de serviços externos de manutenção

4.1. Entregar os PT e os equipamentos desligados da rede , ligados á terra e em condições seguras para início dos trabalhos.

4.2. Identificar com etiquetas de aviso os equipamentos manobrados.

4.3. Fornecer instalação provisória de energia eléctrica (220 Volts)

4.4 Fornecer diagramas uni-filares e funcionais do PT e ou subestação, quando necessário.

4.5. Fornecer o manual de procedimentos internos de segurança onde constem os números de telefone dos serviços de emergência (bombeiros Segurança, Seguros, hospitais mais próximos etc).

## CAPÍTULO 5 - QUADRO GERAL DE BAIXA TENSÃO



Os Q.G.B.T's destinam-se a protecção, seccionamento e controle de equipamentos de Baixa Tensão e são instalados, em instalações Agro-industriais, Comerciais e Residenciais dependentes de um PT - Posto de transformação - de onde partem os diversos ramos da rede baixa tensão que terminam nos quadros dos pontos de utilização.

Os QGBT's são normalmente fabricados em cabinas metálicas compartimentadas modulares e contêm pelo menos tantos compartimentos quantos os ramos ou circuitos deles derivados mais o compartimento onde está situado o disjuntor de corte geral ( por exemplo do tipo MasterPact da Merlin Gerin.) Como é óbvio cada circuito ou ramal

é protegido por um disjuntor contra sobre intensidades e sobrecargas.

Além dos aparelhos de corte e protecção de cada ramal existem no QGBT equipamentos para sinalização e gestão automática da energia eléctrica.

### EQUIPAMENTOS NO QGBT



- Disjuntor de Corte Geral tipo " Masterpackt"
- Disjuntores de ramal
- Bloco de transferência de cargas "Interbarras"
- Equipamentos de medida e sinalização
- Equipamentos de tele-operação quando aplicável
- Descarregadores de sobre-tensão
- Barramento Geral de terras.
- EPC's para operação e manobra (incluindo tapete isolante luvas , capacete com viseira, lanterna etc.)



## **CAPÍTULO 6 – COMUTAÇÃO REDE GERADOR DE EMERGÊNCIA**



### **1. MANUAL DE UTILIZAÇÃO E MANOBRA DE UM GRUPO**

#### **1.1 OBJECTIVO**

Chama-se a atenção para o facto de que a manobra dos grupos electrogéneos tem de ser feita na estrita observância do manual de instruções do equipamento e demais documentação fornecida pelo fabricante, além das boas praticas e instruções exemplo apresentadas neste tema.

Chama-se a sua atenção para alguns aspectos deste documento:

- Este documento fornece indicações úteis para um correcto funcionamento e para a manutenção de um grupo electrogéneo. Desta forma é indispensável prestar a máxima atenção a todos os parágrafos que ilustram a maneira mais simples e segura de trabalhar com um grupo electrogéneo típico;
- Todas as informações aqui descritas são fornecidas como estão sem qualquer garantia de exactidão ou aplicabilidade a um qualquer grupo específico pelo que nunca dispensam a consulta e o seguimento do Manual de Instruções do Fabricante do Grupo.
- Os fabricantes nunca se responsabilizam por defeitos, alterações, avarias e anomalias de funcionamento do seu grupo electrogéneo, caso não tenham sido respeitadas as normas de utilização e segurança do mesmo fornecidas quando da instalação ou venda .

**O GRUPO ELECTROGÉNEO DEVE SER UTILIZADO COMO PRODUTOR DE ENERGIA ELÉCTRICA TRIFÁSICA OU MONOFÁSICA DE CARACTERÍSTICAS DEFINIDAS E ESPECÍFICAS DA MARCA E MODELO.**

**NÃO SÃO PERMITIDAS UTILIZAÇÕES DIFERENTES DAQUELAS QUE FORAM PRESCRITAS.**

## 1.2 INSTRUÇÕES DE SEGURANÇA



**ATENÇÃO:** o não cumprimento das seguintes instruções pode provocar graves danos à rede de consumo, às pessoas, animais e / ou equipamentos. Os fabricantes e as companhias de seguros declinam sempre toda e qualquer responsabilidade por uso impróprio motivado por negligência ou intenção dolosa. Qualquer acidente decorrente de uso impróprio pode ter consequências disciplinares cíveis ou mesmo criminais.

1. **Segurança do ambiente de trabalho:** um grupo electrogéneo não deve funcionar em ambiente fechado: o motor produz monóxido de carbono e outros gases nocivos e danosos à saúde das pessoas expostas. Se instalar o grupo electrogéneo em recinto fechado, terá de haver uma ventilação correctamente projectada e a funcionar em perfeitas condições, assim como deve existir em perfeito estado de funcionamento uma extracção dos gases de combustão.
  2. **Segurança mecânica:** um grupo electrogéneo deve funcionar sobre superfícies horizontais. Se não for possível trabalhar sobre superfícies horizontais e planas, será necessário predispor, a cargo do utilizador, meios de fixação e nivelamento apropriados para garantir a estabilidade da máquina.
  3. **Segurança contra ambientes húmidos ou molhados :** Não exponha o grupo à chuva ou a humidade elevada, pois poderá produzir descargas eléctricas (excepto os grupos " canopiados" blindados em que o fabricante especificamente o permite ). Embora todos os grupos tenham protecção diferencial de sensibilidade média para 'Protecção humana', nunca se deve manipular o grupo com as mãos molhadas.  
Todas as partes metálicas acessíveis devem regulamentarmente estar ligadas à terra de protecção de cujo bom estado o operador se deve assegurar antes de efectuar qualquer operação no grupo.
  4. Comprove regularmente o correcto funcionamento da protecção diferencial premindo o botão de teste.
  5. É indispensável conhecer as funções e os comandos do grupo electrogéneo. Não permita a pessoas sem qualificação técnica e treino específico ou desconhecedoras do funcionamento de um grupo electrogéneo a utilização do grupo nem a aproximação do mesmo enquanto estiver a trabalhar e lembre-se que, uma vez desligado, o motor continua a emanar calor, mantendo a temperatura alta durante aproximadamente 1 hora. A área onde estão situados o colector de escape, tubagem de escape e motor, são submetidas a altas temperaturas podendo causar queimaduras graves com o contacto.
  6. Não realizar controlos e operações de manutenção durante o funcionamento do grupo electrogéneo. Desligar sempre o motor e deixar arrefecer o grupo antes de qualquer verificação.
  7. Mantenha uma distância de segurança entre o grupo electrogéneo e qualquer outro equipamento da rede ou de manutenção, durante o seu funcionamento.
  8. Não manipule substâncias inflamáveis perto do grupo com este em funcionamento. O abastecimento de combustível ou de óleo deve ser realizado com o motor desligado, prestando atenção às partes sujeitas ao calor irradiado.
- d) O seu grupo electrogéneo está equipado com bateria, lembre-se que o interior desta contém ácido sulfúrico, substância que pode provocar queimaduras no corpo humano. Recorde que as baterias devem ser reabastecidas somente com água destilada. Tenha a atenção de não exceder o nível máximo, e, se verter, limpe imediatamente as partes molhadas pelo electrólito.
  - e) Quando a máquina não estiver em uso, tem de ser garantido que não possa ser ligada por pessoas não autorizadas. Exclua qualquer hipótese de utilização através de sistemas de bloqueio (retirar a chave de ignição, fechar todas as fechaduras do grupo, etc.).
  - b) A máquina não precisa de uma iluminação própria para funcionar, de qualquer forma providencie uma iluminação de acordo com as normas vigentes na área onde está a ser utilizada.

- c) Não remover os dispositivos de protecção e não permitir que a máquina trabalhe sem as protecções adequadas (protecções e partes laterais) pois pode colocar o operador (ou outros utilizadores do mesmo espaço) em perigo.
- d) Se for necessário remover tais protecções (para manutenção ou controle), as sucessivas operações devem ser realizadas com o grupo desligado e somente por um técnico especializado e com autorização prévia para efectuar essas operações.
- e) Não utilizar a máquina em ambientes com atmosfera explosiva. (Isto é básico e evidente mas muitas vezes é esquecido por facilitismo típico dos Portugueses)
- f) Em caso de incêndio não utilize água para o apagar, mas sim sistemas de segurança apropriados (por exemplo: extintor de CO2 ou de PÓ apropriado que deve estar sempre acessível junto do Grupo)
- g) Se for necessário trabalhar nas proximidades da máquina, é obrigatório o uso de EPI's nomeadamente a protecção contra ruído (protecção auricular, etc.)
- h) Assegurar-se sempre da ligação do grupo (terra de protecção) e a carga (terra de serviço) à terra.
- i) Tenha em conta que, não efectuando estas ligações, correrá o perigo de receber descargas eléctricas (resistência da terra = 20 Ohm máx. Secção min. do cabo de terra = 35 mm<sup>2</sup> para os grupos de grande potência de centenas de KVA, instalados para alimentação de socorro de instalações grandes consumidoras.
- j) A ligação do grupo à rede (no caso dos grupos automáticos) deve ser realizada por um profissional qualificado segundo as normas e regulamentos eléctricos em vigor. Uma má ligação poderá implicar perigo de electrocussão. Deve-se seguir sempre o manual do quadro automático do grupo.
- k) Deve efectuar um ensaio semanal, se o seu grupo electrogéneo for de emergência à rede, para se assegurar do seu correcto funcionamento (consulte o manual do quadro automático).
- l) É de vital importância para a longevidade do grupo electrogéneo, que este se encontre em ambiente **livre de poeiras e humidade**.
- m) Todos os operadores devem ter treino específico para parar o grupo em caso de emergência.
- n) Ao detectar qualquer anomalia no funcionamento do grupo electrogéneo, pare-o imediatamente e corrija a irregularidade antes de o voltar a colocar em funcionamento. Para tal consulte a lista de anomalias. Ou chame a equipa de manutenção cujos técnicos estejam certificados pelo fabricante.
- o) Verifique regularmente o bom estado dos cabos eléctricos e das respectivas uniões, terminais de aperto e barramentos eléctricos assim como da aparelhagem de corte protecção e manobra associada.
- p) Devido ao seu peso e dimensões para o transporte de um grupo na via pública é necessário equipar a máquina com o reboque específico, homologado para a circulação rodoviária.
- q) Para conhecer as normas de segurança do motor, leia o manual do mesmo.



**ATENÇÃO: evite o contacto directo do corpo com o combustível, com o óleo do motor ou com o ácido da bateria. Em caso de contacto com a pele, lavar abundantemente com água e sabão, enxaguar muito bem e não utilizar solventes orgânicos. Se houver contacto com os olhos, lave-os continuamente com água, e dirija-se imediatamente ao posto médico. No caso de inalação ou ingestão, beba água em grandes quantidades, leite ou óleo vegetal, até à chegada do médico. De qualquer forma consulte o número de telefone para INTOXICAÇÕES: 808 250 143.**

### 1.3 NORMAS DE UTILIZAÇÃO

- e) Antes da colocação em funcionamento, leia as instruções do manual do motor.
- f) Antes de arrancar, comprove que não existem cargas (motores, electrobombas, AVAC, resistências, iluminação, etc.) ligadas à saída de carga ou seja o circuito de saída deve estar seccionado!
- g) Comprove que a tensão de saída corresponde à necessária antes de qualquer ligação.
- h) Verifique se as entradas e saídas de ar de refrigeração do alternador e do grupo não se encontram obstruídas.
- i) Se pretende ligar cargas monofásicas num grupo trifásico, lembre-se que é fundamental reparti-las equilibradamente entre as três fases (consulte-nos, se necessário).
- j) Com o grupo colocado em funcionamento, verifique a tensão através do voltímetro e lembre-se que, em vazio, pode ser (consoante a marca do alternador) ligeiramente superior à nominal.
- k) Evite sobrecargas. Comprove no amperímetro que a intensidade exigida ao grupo electrogénico nunca ultrapassa a indicada na placa de características.
- l) Não deve, igualmente, ultrapassar a intensidade máxima indicada nas saídas de carga. Lembre-se que este valor poderá ser menor do que o indicado na placa de características, especialmente no caso da tomada auxiliar monofásica (Schuko).

## 2. FABRICAÇÃO

### 2.1 POLÍTICA DE FABRICO

A fabricação destas máquinas segue todas as normas vigentes do sector obrigatoriamente as normas europeias e em muitos casos de clientes específicos as especificações do cliente como no caso dos centros comerciais, utilizando materiais adequados ao uso, sem riscos nocivos para a saúde do utilizador e para o ambiente.

Cada máquina ou equipamento foi 100% testado e verificado, de acordo com as normas vigentes.

### 2.2 IDENTIFICAÇÃO PLACAS E CONSELHOS

TIPO DE COMBUSTÍVEL: GASÓLEO

Exibe o tipo de combustível que deve ser utilizado, se for introduzido qualquer outro tipo de líquido no reservatório, causará graves danos ao motor. Está situada próximo da tampa de abastecimento do depósito de combustível.

PROIBIDO FUMAR E USAR CHAMAS LIVRES

Durante o abastecimento do reservatório é proibido fumar e usar chamas livres, pois poderá causar danos irreparáveis à máquina e às pessoas. Está situada próximo da tampa de abastecimento do depósito de combustível.

ATENÇÃO: QUADRO ELÉCTRICO SOB TENSÃO

Para a manutenção do quadro eléctrico é necessário desligar a máquina, para evitar riscos de danos mortais. Está situada sobre a protecção do quadro eléctrico.

MUDANÇAS DE ÓLEO

Na parte inferior do cárter há um bujão de descarga (no caso dos grupos sem bomba de esgoto) graças ao qual é possível substituir o óleo do motor.

TRABALHAR COM A CANÓPIA FECHADA

A máquina, quando canopiada, deve funcionar obrigatoriamente com a canópia fechada, visto ser um dispositivo de protecção da mesma e proporcionar a sua correcta ventilação.

## SÍMBOLO LIGAÇÃO MASSAS À TERRA

Próximo ao símbolo encontra-se o parafuso de terra para a ligação das partes metálicas através de condutores à terra. Está posicionada sobre o chassi ou no painel do quadro eléctrico.

## PLACA NÍVEL DE RUÍDO

Indica o nível de potência acústica medida e certificada. Está situada sobre a armação da máquina.

## PLACA NÚMERO DE SÉRIE

Indica a designação do modelo, número de série, ano de fabricação e as características principais da máquina. Encontra-se posicionada na carroçaria do grupo.

## PLACA CARACTERÍSTICAS DO ALTERNADOR

Indica as principais características do alternador. Está situada sobre o alternador.

## PLACA CARACTERÍSTICAS DO MOTOR

Indica a designação do modelo, o número de série e as características principais do motor. Encontra-se posicionada no motor.

## 3. INSTRUÇÕES PARA A UTILIZAÇÃO DOS VÁRIOS COMPONENTES

### 3.1 QUADRO ELÉCTRICO MANUAL

Leia o manual correspondente.

### 3.2 QUADRO ELÉCTRICO AUTOMÁTICO

Leia o manual correspondente.

### 3.3 RELÉ DIFERENCIAL

O relé diferencial é um dispositivo capaz de abrir um ou mais interruptores quando houver uma derivação ou corrente eléctrica de fuga que alcance a sensibilidade configurada para o relé diferencial.

### 3.4 QUADRO DE COMUTAÇÃO

O quadro de comutação tem a função de conter a comutação rede/grupo e de sinalizar o estado de funcionamento. Poderá ser parte integrante do Quadro Eléctrico Automático ou encontrar-se separado deste.

A gestão da comutação é controlada pela unidade de controle e protecção, posicionada no quadro de controle ou no próprio quadro de comutação. O quadro é composto por:

- Comutação rede/grupo de potência adequada (atenção: a capacidade da comutação está subordinada à potência do grupo electrogéneo; se em alguns casos a rede apresentar maior capacidade, será necessário consultar os técnicos do fabricante para adequar a instalação).
- Indicador luminoso de contactor de rede fechado (visualizado na unidade central como opcional).
- Indicador luminoso de contactor de grupo fechado (visualizado na unidade central como opcional).

- d) Selector manual - automático (posicionado normalmente na unidade central).
- e) A comutação e os circuitos de potência estão instalados numa caixa. São compostos por contactores tetrapolares com encravamento eléctrico e mecânico entre si. Para mais informações consulte o manual do quadro eléctrico automático.
- f) Controlar o nível do combustível: usar combustível limpo e sem presença de água.



**ATENÇÃO: o combustível é altamente inflamável e explosivo sob certas condições.**



**ATENÇÃO: não permitir que o motor funcione com óleo insuficiente ou em excesso, pois pode provocar graves danos.**

**Abastecer em área bem ventilada e com o motor desligado. Durante estas operações não fumar e não usar chamas livres de nenhuma espécie incluindo as motivadas por descarga estática, portanto deve-se garantir que as pessoas e os meios de transporte do combustível tenham os descarregadores instalados e sempre em bom estado .**



**Não encher de maneira excessiva o depósito (não deve ser enchido até ao bocal de enchimento), pois pode transbordar por causa das vibrações do motor. Prestar atenção para não deixar cair combustível durante o abastecimento.**

**Verificar se a tampa foi fechada correctamente depois do abastecimento. Se cair combustível no chão, controlar se a área está perfeitamente seca antes de ligar o motor. Evitar o contacto directo do corpo com o combustível, não respirar os vapores e manter fora do alcance das crianças. Os vapores do combustível podem incendiar-se.**

- Controlar o filtro de ar: verificar se está em boas condições (utilizando também o indicador de colmatagem deste) e ausente de poeiras e sujidade. Para aceder ao filtro, consulte o manual de instruções do motor.



**Atenção: não trabalhar com o gerador antes da colocação do filtro de ar, pois reduz a vida útil do motor e do próprio grupo electrogéneo.**

## 4. CONTROLES

### 4.1 VERIFICAÇÕES PRELIMINARES

- c) Assegurar uma posição bem estável e horizontal ao grupo electrogéneo para poder realizar estas verificações.
- d) Providenciar o enchimento do circuito de refrigeração com o líquido específico conforme indicado no manual de instruções do motor.
- e) O óleo de lubrificação (providenciar o enchimento) é o elemento principal que influi no rendimento e na durabilidade do motor. No manual de instruções do motor foram citadas as principais características do óleo e o nível ideal para este grupo electrogéneo.

Activar a bateria: completar até ao nível máximo os compartimentos com solução de ácido sulfúrico a 30/40% e aguardar pelo menos 2 horas antes de a usar. Engraxar bem os terminais da bateria.



**Atenção: não se expor ao contacto com o ácido e não fumar ou aproximar chamas livres. Os vapores que a bateria emana são altamente inflamáveis. .**



## 5. INSTALAÇÃO

### 5.1 FUNCIONAMENTO

Antes da colocação em funcionamento, ler atentamente as normas e advertências contidas nesta documentação referente ao grupo electrogéneo, assim como os manuais específicos para o motor, alternador e quadro que o compõem. Aconselhamos a ler atentamente todo este capítulo, o capítulo referente às prescrições para a segurança e toda a documentação entregue, antes de iniciar qualquer controle ou operação neste descrita.



**O primeiro arranque deve ser realizado por técnicos especializados do fabricante ou seu representante.**

### 5.2 OPERAÇÕES PRELIMINARES PARA A COLOCAÇÃO EM FUNCIONAMENTO

As operações descritas nas instruções a seguir, devem ser sempre realizadas antes da colocação em funcionamento, em todas as situações especificadas abaixo:

- r) após a instalação;
- s) após uma revisão geral;
- t) se foram realizadas actividades de manutenção extraordinária em qualquer um dos sistemas e/ou em um dos circuitos que compõem o grupo, com substituição de peças não de consumo;
- u) se o grupo permaneceu inactivo durante muito tempo (> 1 mês).

Durante a realização de todos os controles, descritos nos parágrafos seguintes, assegure-se que o grupo não pode ser accionado involuntariamente.

Posicionar o comutador com chave ou selector na posição 'STOP' ou 'BLOQUEIO', em função do tipo de quadro de controle e manter as baterias de arranque desligadas.

### 5.3 ASSENTAMENTO

Verificar o assentamento correcto do grupo electrogéneo e/ou do local onde será instalado. Os conselhos encontrados no Documento são suficientes para a realização correcta do assentamento do grupo, salvo eventuais prescrições mais rigorosas por causa de normas específicas de segurança e de instalação (bombeiros, normas municipais, normas construtivas específicas dos centros comerciais, etc.) vigentes no país e no local onde o grupo será instalado.

### 5.4 CONTROLES MOTOR

#### CIRCUITO DO LÍQUIDO DE REFRIGERAÇÃO

- d) O circuito de refrigeração deve ser completado, adicionando líquido refrigerante, conforme as instruções e quantidade indicadas na documentação específica do motor. Recomendamos consultar a mesma.
- e) Ao primeiro enchimento com líquido de refrigeração, abrir os respiros de purga de ar existentes no motor até que saia somente líquido sem ar. Completar o circuito (motor e radiador) lentamente para evitar, o máximo possível, a formação de bolhas de ar.
- f) Controlar atentamente o circuito, verificando se não existem fugas em nenhum ponto.
- g) Após um breve período de funcionamento, será necessário controlar se o nível de água no radiador baixou pois durante o primeiro enchimento poderiam formar-se no circuito, algumas bolhas de ar. A eventual quantidade de líquido em falta deverá ser completada.

#### CIRCUITO DO ÓLEO LUBRIFICANTE

- 7. Para o tipo de óleo que deve ser usado, também em relação à temperatura ambiente e quantidade necessária para o motor, recomendamos consultar as prescrições já citadas na documentação específica do motor.
- 8. Esvaziar o cárter e remover eventuais resíduos de óleo.
- 9. Controlar se os filtros estão limpos e, se necessário, substituí-los.
- 10. Completar o cárter de óleo lubrificante até à marca superior da vareta sem superar a mesma.

11. Com o motor frio, após um breve período de funcionamento, controlar novamente o nível e eventualmente completar. Depois de o motor ter estado a trabalhar deve aguardar aproximadamente 5 minutos antes de verificar o nível de óleo, para permitir que este esorra para o cárter.
12. Controlar atentamente o circuito verificando se não ocorrem fugas em nenhum ponto.

## CIRCUITO DO COMBUSTÍVEL

- a) Controlar se os filtros estão limpos e, se necessário, substituí-los.
- b) Completar o depósito de combustível com gasóleo A para motor Diesel.
- c) Retirar o ar dos filtros e dos tubos de combustível (consultar a documentação específica do motor, já citada).
- d) Controlar atentamente o circuito verificando se não ocorrem fugas em nenhum ponto.

## VERIFICAÇÕES EM OUTROS COMPONENTES DA INSTALAÇÃO

Controlar o correcto posicionamento e montagem de todos os componentes presentes na instalação, como o silenciador e as tubagens de escape, o sistema de entrada do ar de combustão e arrefecimento, o sistema de extracção do ar de refrigeração, etc. Controlar se os filtros de ar estão limpos e se as tomadas e saídas de carga não apresentam interferências.

## PREPARAÇÃO DA BATERIA

As baterias de arranque fornecidas com o grupo são do tipo lacrado de reduzida manutenção (bateria sem manutenção como opcional).

Aconselhamos, antes da colocação em funcionamento, a submeter a mesma a algumas horas de carga com uma intensidade de corrente igual a 1/10 da capacidade das próprias baterias. Não alimentar o carregador de baterias se as baterias não estiverem ligadas ou se não foram correctamente ligadas; os equipamentos electrónicos poderiam sofrer danos irreparáveis.



**Nunca desligue as baterias com o motor em movimento.**

## 5.5 CONTROLES GERADOR

Se o alternador permaneceu inactivo durante muito tempo (> 3 meses) aconselhamos controlar o isolamento da massa em relação aos enrolamentos do estator. Antes de realizar tal prova, é necessário desligar o regulador de tensão electrónico (AVR) para não o danificar. Seguir as indicações descritas no manual do fabricante.

## 5.6 CONTROLES DOS CIRCUITOS ELÉCTRICOS

### CIRCUITOS E QUADROS ELÉCTRICOS

Antes da colocação em funcionamento no primeiro funcionamento ou após grandes manutenções ou modificações, com todos os interruptores na posição 'Aberto', controlar a exactidão das ligações eléctricas, a presença de ligações à terra e se foram correctamente efectuadas, o aperto dos bornes, as válvulas, os fusíveis, as lâmpadas de sinalização, etc.

Em seguida controlar se a alimentação dos circuitos auxiliares e das lâmpadas de sinalização são regulares.

Antes de alimentar eventuais bombas auxiliares, verificar a presença do líquido para fazer a bomba funcionar; isto para não danificar a bomba fazendo-a funcionar a seco.

### SENTIDO DE ROTAÇÃO DAS FASES (SENTIDO CÍCLICO DAS FASES)

Nos grupos de arranque automático, ou nos grupos de comando manual de reserva para linhas de produção externa, será necessário controlar se o sentido cíclico (rotação) das fases do gerador cor-

responde ao sentido cíclico das fases do produtor externo (tratando-se da rede pública ou de outro(s) grupo(s) electrogénico(s)) para evitar inversões de rotação dos motores e outros inconvenientes.

## 5.7 PRIMEIRO FUNCIONAMENTO

Realizadas as operações preliminares indicadas anteriormente, proceder conforme descrito a seguir:

- a) Verificar a presença de panos, papel ou outros materiais leves nas proximidades das aberturas de aspiração do ar e retirá-los.
- b) Assegurar-se que nenhum objecto estranho esteja nas proximidades das partes giratórias.
- c) Assegurar-se que nenhum outro grupo esteja ligado ao gerador.
- d) Recolocar todas as ferramentas e os panos nos respectivos lugares.
- e) Ligue manualmente o grupo conforme descrito no parágrafo 5.8 e no manual da unidade central.
- f) Controlar a existência de fugas nos circuitos de água, óleo e combustível.
- g) Controlar, simulando uma intervenção nos sensores dos contactos, o funcionamento correcto das protecções, seguindo as lógicas de intervenção indicadas nos esquemas eléctricos.
- h) Parar o grupo após um breve período de funcionamento sem carga (2 ou 3 minutos), conforme as instruções do parágrafo 5.9 ou do manual da unidade central.
- i) Após este primeiro período de funcionamento, com o grupo parado, realizar as seguintes verificações:
- j) Controlar os níveis de óleo e de líquido refrigerante e se necessário completar.
- k) Verificar se todos os parafusos e porcas foram bem apertados. Agora o grupo electrogénico está pronto para ser utilizado.



**Atenção: Só é possível utilizar a potência plena, através do terminal de bornes de potência, situado no quadro eléctrico.**



**Nota: A potência máxima será detectada somente por este terminal de bornes.**



**Atenção: após a ligação dos cabos no terminal de bornes, feche-o com um painel de protecção.**

## 5.8 ACCIONAMENTO DO ARRANQUE

Em caso de grupos com quadro manual, gire a chave de ignição até alcançar a posição de alimentação (1ª posição); os indicadores luminosos farão um teste, acendendo-se simultaneamente. Neste tipo de ignição gira-se a chave para dar o arranque, numa acção continuada até o motor arrancar. Existem igualmente unidades com botões de arranque 'START' e de paragem 'STOP'. Para mais informação consulte o manual do unidade central. Para o arranque dos grupos com quadro eléctrico automático, pode optar-se por um arranque manual, utilizando os botões de arranque e paragem, ou pela função na posição 'AUTOMÁTICO', gerindo o grupo a comutação na condição de ser utilizado em serviço de emergência.



**Atenção: o motor, mesmo após desligado, continua a emanar calor. Desta forma, deverá manter uma adequada ventilação ao grupo electrogéneo, mesmo depois de estar parado.**

## 5.10 RENDIMENTO EM FUNÇÃO DAS CONDIÇÕES CLIMÁTICAS

Em caso de utilização do grupo electrogéneo em alta quota ou a temperatura elevada, a relação da mistura ar-combustível pode ser excessivamente rica apresentando, desta forma, um consumo maior e menor rendimento.

Verificar a efectiva potência do grupo electrogéneo através dos seguintes factores de correcção (meramente indicativos).

- a) ALTITUDE: A potência diminui em média 1% cada 100 m de altitude (S.I.M.)
- b) TEMPERATURA: A potência diminui em média 2% cada 5° centígrados de temperatura acima dos 20°C.

Superando os 200 m de altitude, consultar a nossa assistência para eventuais ajustes da mistura de combustão.

Para mais informação consulte o suporte técnico do fabricante

## 5.11 UTILIZAÇÃO DO GRUPO ELECTROGÉNEO

O grupo electrogéneo é fabricado conforme as normas vigentes no momento da sua fabricação, foi feito para satisfazer uma gama de aplicações limitada às características garantidas pelo fabricante. De qualquer forma, cada aplicação deve sujeitar-se a precisas normas de natureza eléctrica, sanitária e contra o acidente. Por esse motivo, o grupo electrogéneo é considerado como parte de uma instalação global que deve ser planeada, examinada e aprovada por técnicos habilitados e/ou por entidades certificadoras e pelo fabricante ou seu representante.

- a) Para prevenir acidentes de natureza eléctrica, as ligações dos quadros de distribuição devem ser realizadas somente por técnicos habilitados para o efeito. Ligações impróprias podem provocar danos graves às pessoas e/ou ao próprio grupo electrogéneo.
- b) Protecção contra contactos indirectos: todos os grupos electrogéneos standard adoptam o princípio de separação eléctrica. Podem, todavia, ser fornecidos com protecções diferentes (magnetotérmico, diferencial) directamente do fabricante através de um pedido específico ou protegidos de modo análogo, directamente pelo utilizador, na fase de instalação.

É importante seguir as seguintes prescrições:

- a) Grupo disponibilizado sem quadro eléctrico: protegido através de separações eléctricas.
- b) Grupo standard com quadro eléctrico( situação mais comum): protegido através de interrupção automática da alimentação. Apresenta dispositivos com protecções térmicas e/ou magnetotérmicas combinadas com interruptores diferenciais ou controles de isolamento. Neste caso o grupo electrogéneo deve ser ligado a um dispersor de terra, através do grampo eléctrico 'TERRA', utilizando um condutor isolado amarelo-verde de secção adequada.



- **Importante: no caso de instalação dos interruptores diferenciais realizada pelo utilizador, para um correcto funcionamento é importante que:**
  - Nos grupos electrogéneos monofásicos seja também ligado à terra o ponto neutro, que corresponde à junção dos dois enrolamentos principais. Contacte os nossos Serviços Técnicos para mais informações.
  - Nos grupos electrogéneos trifásicos seja também ligado à terra o ponto neutro, que corresponde ao centro-estrela em caso de ligação em estrela. Em caso de ligação em triângulo não será possível instalar um interruptor diferencial.
- a) O grupo electrogéneo é predisposto para a ligação das massas à terra. Um parafuso apropriado, diferenciado por um símbolo de terra, permite unir todas as partes metálicas do grupo electrogéneo a um dispersor de terra.
- b) Não ligar ao grupo electrogéneo cargas cujas características eléctricas não são conhecidas. Para o cálculo das cargas aplicáveis consulte os equipamentos, fornecedores ou fabricantes destes ou, por fim, a nossa Secção Técnica.
- c) O circuito eléctrico do grupo electrogéneo é protegido por um disjuntor, disjuntor diferencial ou térmico. Eventuais sobrecargas e/ou curto-circuito interrompem a distribuição de energia

- eléctrica. Para restabelecer o circuito, elimine os excessos, verifique as causas do curto-circuito e/ou sobrecargas e rearme o interruptor.
- d) Durante o funcionamento do grupo electrogéneo não apoiar nenhum objecto sobre o chassi ou directamente sobre o motor. Eventuais corpos estranhos podem prejudicar o bom funcionamento.
  - e) Não impedir as normais vibrações que o motor-alternador apresenta durante o funcionamento. Os anti-vibráticos são dimensionados para o correcto funcionamento do conjunto.

## 6. MANUTENÇÃO

### 6.1 MANUTENÇÃO ELÉCTRICA

Com as tecnologias actuais de fabrico as normais intervenções de manutenção na bateria, alternadores e armação foram reduzidas ao mínimo. Mantenha os terminais da bateria bem envolvidos em anticorrosivo (quando aplicável) e deve completar o electrólito com água destilada quando os elementos estiverem descobertos, nas baterias com manutenção (situação pouco comum actualmente e não recomendável para novas aquisições).



**Nota: desfaça-se de baterias, óleo usado ou resíduos de combustível respeitando o ambiente. Aconselhamos acumular o óleo em tambores para serem entregues na estação de serviço mais próxima. Não despeje óleo ou resíduos de combustível na terra ou em lugares inadequados.**

Os defeitos de funcionamento do grupo electrogéneo devido a anomalias no motor (oscilação, baixo número de rotações, etc.) são de exclusiva competência de um serviço de assistência autorizado pelo fabricante, seja durante ou depois do período de garantia.

Quaisquer violações ou intervenções realizadas por pessoal não autorizado pelo fabricante do motor caducam as condições de garantia e mesmo até as condições de intervenção e assistência futura em muitos casos.

Os defeitos de funcionamento do grupo electrogéneo devido a anomalias das partes eléctricas e da armação são de exclusiva competência do serviço de assistência autorizado pelo fabricante. Intervenções de reparação realizadas por pessoal não autorizado, substituição de componentes por peças não originais e violação do grupo electrogéneo caducam as condições de garantia e mesmo até as condições de intervenção e assistência futura em muitos casos.

Os fabricante não se responsabilizam por nenhum encargo relativo aos defeitos ou acidentes de trabalho devido a descuido, incapacidade e instalação por parte de técnicos não autorizados.

### 6.2 MANUTENÇÃO MECÂNICA



**Em relação a este importante parágrafo, consultar com muita atenção o manual de instruções do motor. Gastando agora um pouco do seu tempo, economizará, com certeza, despesas no futuro!**

Para retirar o óleo do motor (no caso dos grupos sem bomba manual de esgoto) durante a substituição periódica, ligue um tubo com união ao cárter do óleo, coloque-o na parte externa da base e solte a tampa que se encontra na extremidade do tubo.

### 6.3 PEÇAS DE SUBSTITUIÇÃO

Para proceder ao pedido das peças de substituição, é indispensável citar o modelo e número de série do motor. Será aconselhável fornecer igualmente o número de código da peça desejada, número de série do grupo electrogéneo, o seu nome comercial e a data de compra.



## 6.4 ELEVAÇÃO E TRANSPORTE

- Para a elevação e o deslocamento com guindaste, grua ou ponte rolante, introduza o gancho no engate previsto para tal fim.
- Para a elevação e o deslocamento com empilhador, introduzir uma das 'patolas' na perna antiderrapante ou entre elas.

Durante o transporte assegurar que o grupo electrogéneo se encontra perfeitamente firme, de maneira que não possa deslocar-se ou virar. Tirar o combustível e verificar se não escapam ácidos ou vapores da bateria.

Verificar a massa global da máquina para o transporte sobre meios rodoviários; consultar as características do grupo electrogéneo.

Não permitir que o grupo electrogéneo funcione no interior de veículos, excepto se preparados para tal..

## 6.5 ARMAZENAGEM

Se por acaso o grupo electrogéneo não for utilizado por um período superior a 30 dias, aconselhamos esvaziar totalmente o depósito de combustível.

Substituir o óleo do motor se saturado. Durante o período que estiver parado pode causar danos ao grupo térmico e às partes mecânicas (biela).

Limpar com muita atenção o grupo electrogéneo, desligar os cabos da bateria (se presente), protegê-lo com uma cobertura contra poeiras e humidade.

### NOTA

Para cumprir a norma 2000/14/CE recomenda-se controlar periodicamente (pelo menos cada 6 meses) os componentes que podem alterar o uso ou causar o desgaste da máquina durante o seu funcionamento normal e também os directamente ligados ao nível de emissão sonora da máquina.

Propõe-se a seguinte lista de componentes a verificar:

- silencioso de escape
- anti-vibráticos
- filtro de ar
- regulação das partes mecânicas
- ventilador do motor e alternador
- bom estado geral da máquina
- material de insonorização para a absorção e isolamento acústico (se existente)

**SE HOUVER FALHAS OU ANOMALIAS EM UM OU MAIS COMPONENTES, É NECESSÁRIO RECORRER AO SERVIÇO DE ASSISTÊNCIA TÉCNICA AUTORIZADO MAIS PRÓXIMO.**



## 7 IDENTIFICAÇÃO DOS DEFEITOS

### 7.1 IDENTIFICAÇÃO E LOCALIZAÇÃO

Inconvenientes					Possíveis avarias								Possível causa	Solução
Não liga	Tenta ligar mas pára	Não atinge a velocidade de regime	Tensão e/ou frequência baixas ou nulas	Ausência funcionamento serviços auxiliares	Geração não distribuí	Pressão baixa do óleo	Temperatura alta do líquido refrigerante	Velocidade excessiva	Baixo nível combustível	Falta carga bateria	Fumo preto	Ruído no motor		
•													Grupo bloqueado por avaria.	Identificar a causa, e, se necessário contactar ao serviço de assistência.
•													Baterias descarregadas.	Controlar e recarregar as baterias. Se necessário, substituir.
•													Ligações bateria consumidas ou frouxas.	Controlar cabos e terminais. Substituí-los se deteriorados. Apertar bem.
•									•				Ligações deficientes, defeito no carregador de baterias ou nas baterias.	Verificar as ligações do carregador de baterias e das baterias.
•													Motor de arranque defeituoso.	Solicitar a intervenção do serviço de assistência.
								•					Falta de combustível.	Controlar o depósito, e, se não existem fugas, completar.
													Presença de ar no circuito.	Purgar o circuito combustível.
	•	•											Filtro combustível entupido.	Substituir o filtro.
	•	•									•	•	Avaria no circuito de combustível.	Solicitar a intervenção do serviço de assistência.
											•		Filtro ar entupido.	Substituir o filtro.
													Temperatura ambiente baixa.	Controlar a viscosidade específica SAE óleo lubrificação e características combustível.
	•	•						•					Avaria no regulador de velocidade.	Solicitar a intervenção do serviço de assistência.
	•	•		•									Avaria no regulador de tensão.	Solicitar a intervenção do serviço de assistência.
	•	•											Velocidade muito baixa.	Controlar regulador de velocidade.
		•											Avaria instrumento relativo.	Controlar, e, se necessário, substituir.
		•											Interligações instrumento.	Controlar ligações instrumento.
				•				•					Abertura in-	Reduzir a carga.

																terruptor por sobrecarga.	
																Sobrecarga.	Verificar se o grupo não trabalha em condições de sobrecarga, tendo em conta a temperatura ambiente e altitude.
																Activação respectivo interruptor. Curto-circuito ou defeito à terra.	Controlar os circuitos antes da possível avarias aparelhos interligados e nos cabos.
																Avaria nos serviços auxiliares.	Solicitar a intervenção do serviço de assistência.
																Falta alimentação.	Controlar os circuitos de alimentação.
																Nível óleo alto.	Eliminar excesso óleo.
																Falta óleo.	Restabelecer o nível de óleo no cárter. Verificar a existência de fugas.
																Filtro óleo entupido.	Substituir o filtro.
																Avaria bomba circulação óleo.	Solicitar a intervenção do serviço de assistência.
																Falta líquido de refrigeração.	Aguardar o arrefecimento do motor e verificar o nível de líquido no radiador, e, se necessário, completar. Verificar a existência de fugas.
																Avaria bomba circulação água.	Solicitar a intervenção do serviço de assistência.
																Funcionamento irregular alarme relativo: defeito no sensor, no quadro eléctrico ou nas interligações.	Controlar as interligações entre o sensor e o quadro. Assegurar-se que a ligações eléctricas do sensor não estejam ligadas à massa. Controlar o sensor, e, se necessário, substituir.
																Radiador/intercooler sujos ou entupidos.	Controlar as condições de limpeza do radiador/intercooler. Controlar a não existência de obstáculos no fluxo do ar desde a entrada à saída de ar.
																Várias outras causas possíveis.	Solicitar a intervenção do serviço de assistência.

## Condições de arranque automático do grupo

### a) Falta de energia de rede

b) Falta de energia de circuitos prioritário : incêndio, parque, desenfumagem

Verificações :

c) Água

d) Nível de combustível

e) Estado das baterias

**CAPÍTULO 7 – HSST EM TRABALHOS COM ELECTRICIDADE****NORMAS BÁSICAS DE HSST E ACTUAÇÃO EM CASO DE EMERGÊNCIA****1 - PRIMEIROS SOCORROS****2 - ELECTROCUSSÃO****3 - INCÊNDIO****TELEFONES ÚTEIS**

Numero europeu de emergência: 112

Bombeiros locais

Polícia local

Ambulâncias

Informação sobre Intoxicações

Companhia de seguros

**Segurança, Higiene e Saúde do Trabalho**

Circunstâncias e factores que afectam o bem estar de todos os trabalhadores, incluindo os temporários, prestadores de serviços, de visitantes e de qualquer outra pessoa que se encontre no local de trabalho.

**Segurança no Trabalho**

Prevenção dos riscos associados aos Acidentes de Trabalho.

**Higiene no Trabalho**

Prevenção de riscos associados ao Ambiente de Trabalho

**NORMAS GERAIS DE PREVENÇÃO**

- Uso obrigatório de capacete, óculos de protecção, luvas, vestuário e calçado apropriados para o tipo de obra a realizar
- Uso obrigatório de ferramentas aprovadas para o tipo de trabalho a executar.
- Respeito das instruções de utilização de ferramentas e máquinas.
- Proibido o consumo de bebidas alcoólicas estupefacientes ou uso de medicamentos que afectem a capacidade para condução de máquinas ou afectem a atenção.

- Não usar telemóveis (celulares) em locais onde existam substâncias inflamáveis em especial as voláteis.



**PREVENÇÃO DE INCÊNDIOS, ELECTROCUSSÃO E ACIDENTES COM MÁQUINAS**

Não atirar para o lixo ou para o chão: fósforos, mechas ou qualquer outro material aceso ou em brasa

Não sobrecarregar as linhas eléctricas

Não manipular indevidamente linhas eléctricas em tensão ou destinadas a receber tensão a qualquer momento

Não improvisar fusíveis. Deve-se usar sempre fusíveis ou disjuntores especificados no projecto ou nas normas dos cabos.

Não realizar adaptações eléctricas provisórias, inadequadas ou fora das normas

Evitar o uso de tomadas múltiplas e caso não seja possível evitar usar apenas do tipo profissional, protegidas por disjuntor ou fusível apropriado para o tipo de cabo usado na extensão

Não executar acções em condutores sobre tensão excepto se tiver formação específica para o acto e a operação não puder ser efectuada sem energia

Garantir a equi-potencialidade de todas as partes metálicas acessíveis do local do trabalho e se possível liga-las à terra.

Não colocar materiais combustíveis próximo de chamas, pontos de soldadura, aquecimento ou quaisquer outras fontes de ignição.

Cuidado com o manuseamento de substâncias inflamáveis ou possivelmente tóxicas, voláteis, que devem ser armazenados em local isolado, ventilado e devidamente separado, e apenas nas quantidades mínimas necessárias.

Cuidado com todos os processos que originem chamas, chispas ou fagulhas, que devem ser executados em locais previamente preparados e devidamente protegidos contra riscos de incêndio

Garantir que exista na obra um extintor portátil de pó químico ABC de 12KG ou um extintor de características idênticas de CO<sub>2</sub> ( neve carbónica em trabalhos com equipamentos electrónicos )

Arejar e garantir a renovação do ar em todos os locais de trabalho

Evitar acções que espalhem pó fino no ambiente e caso sejam indispensáveis essas acções garantir a aspiração desse pó e usar sempre máscara adequada.

Executar as manobras das máquinas sempre de acordo com as instruções do fabricante e em caso nenhum as sujeitar a esforços ou posturas fora dos seus limites.

Garantir que o solo onde estão montadas ou trabalham as máquinas tenha capacidade suficiente para suportar o seu peso e os seus movimentos.

Em caso de estabelecimento de cabos em valas garantir o seu entaipamento prévio em caso de solo arenoso ou movediço.

Em caso de trabalhos em altura como andaimes cabos eléctricos, colocação de antenas e outros usar arnês ou cinto de segurança anti-queda e quando em trabalho ter sempre fixado o cabo de segurança.

Especial cuidado no respeito pelas distâncias de segurança em caso de manobra de máquinas próximo de traçados eléctricos.

Na abertura de valas assegurar-se previamente da localização de outras infraestruturas como as de gás água electricidade e telecomunicações que possam passar pelos mesmos locais. Em caso de dúvida executar sondagens para as localizar antes de usar máquinas como escavadoras ou similares.

## Atenção Especial à Prevenção de Riscos Eléctricos

Todos conhecem a importância da electricidade, dadas as suas múltiplas utilizações. **Também os seus perigos são conhecidos, embora muitas vezes não sejam tidos em conta.** Por isso, continuam a verificar-se acidentes, por vezes mortais. Para os evitar é preciso ter consciência dos riscos inerentes ao manuseamento de instalações eléctricas. Os técnicos que executam estas instalações devem conhecer as regras da arte assim como os regulamentos de segurança oficiais.



Estes regulamentos estão publicados pelo Governo com a finalidade de reduzir ao mínimo os riscos da utilização da energia eléctrica desde a sua produção nas centrais eléctricas, passando pelo transporte e distribuição até à sua utilização, abrangendo quer instalações industriais e comerciais quer as instalações domésticas.

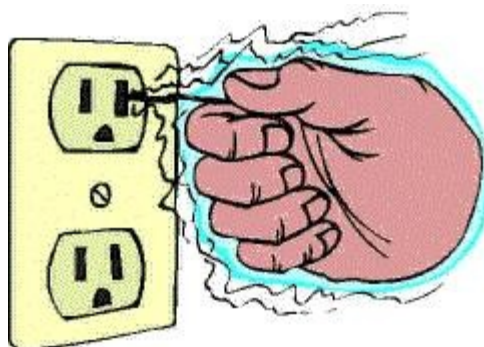


As regras de segurança a seguir pelos técnicos não se restringem apenas aos aspectos inerentes à tecnologia eléctrica. Na verdade, muitos acidentes com electricistas ocorrem, por exemplo, devido a **quedas de escadas durante a execução dos trabalhos**. Particularmente perigosos são os trabalhos em alta tensão, pois os contactos com peças sob tensão são normalmente mortais. É por esta razão que a alta tensão não pode ser utilizada em instalações domésticas, estando reservada para grandes consumidores, nomeadamente

instalações industriais. Hoje em dia, as disposições de segurança em vigor, se forem cumpridas, evitam praticamente a ocorrência de acidentes perigosos decorrentes do manuseamento da energia eléctrica.

De facto, as instalações eléctricas devem ser projectadas e executadas de forma que as partes condutoras que podem estar sob tensão não fiquem acessíveis aos utilizadores normais em condições de utilização normais. **É evidente que se forem forçadas as condições normais previstas pode ocorrer um acidente.**

Por exemplo, se for desmontada uma tomada, as partes sob tensão ficam acessíveis e pode daí advir um choque eléctrico. Isto pode acontecer porque as condições normais de utilização foram alteradas. **Para evitar situações deste tipo com crianças, existem tomadas com alvéolos protegidos que impossibilitam a introdução de peças metálicas no interior dos alvéolos, salvo se for usada uma ficha especial.**



Além disso, é obrigatória a utilização de disjuntores magnetotérmicos e disjuntores ou interruptores diferenciais que protegem as instalações e que evitam o choque eléctrico devido ao contacto com peças condutoras normalmente sem tensão, como, por exemplo, partes metálicas de máquinas de lavar, ferros eléctricos, etc, mas que, por avaria, podem eventualmente ficar sob tensão.

Estes aparelhos desligam automaticamente a corrente eléctrica em caso de avaria por sobrecarga curto-circuito ou corrente de defeito. A utilização destes aparelhos de protecção obriga à utilização na instalação que protegem de condutor de protecção, de um circuito que é ligado à terra no exterior da instalação e que deve estar em perfeitas condições e ter regularmente verificadas as suas características

## **EM CASO DE INCÊNDIO**

Se detectar um incêndio:

Se o incêndio se encontra no início e não há materiais que gerem risco de explosão ou propagação muito rápida e existir um extintor adequado nas proximidades, deve-se tentar o uso do extintor para extinguir o incêndio apontado sempre o jacto à base das chamas.

Caso o incêndio já comporte riscos pessoais, deve-se evacuar o compartimento, fechar portas e janelas e selá-lo se possível.

Caso haja sistema de alarme deve accionar a botoneira de alarme de incêndio.

Deve comunicar de imediato aos bombeiros.

Se estiver cercado ou encurralado pelo fogo:

Tente fugir gatinhando onde não haja chamas retendo a respiração e fechando os olhos o máximo tempo possível.

Se for possível feche as portas entre você e o fumo ou chamas. Tape as ranhuras e aberturas com trapos e outros materiais que encontrar. Molhe-os e molhe o chão, paredes, móveis e todo o compartimento se tiver água disponível.

Se não puder fugir pelo caminho de evacuação sinalizado procure um quarto que tenha janela exterior feche a porta e abra a janela. Assinale a sua localização na janela e se tiver telemóvel ligue com os bombeiros e indique-lhes onde se encontra.

## **EM CASO DE EVACUAÇÃO**

Saia imediatamente das instalações

Mantenha a calma e não se detenha nas saídas

Utilize as vias de evacuação estabelecidas e siga a sinalização.

Não utilize elevadores

Se estiver rodeado de fumo baixe-se e gatinhe o ar respirável está mais perto do chão

Se não vier ninguém atrás de si ao sair se puder feche todas as portas por onde passe.

Cumpra sempre as instruções do pessoal designado para as emergências

Respeite sempre a sinalização.

## EM CASO DE ACIDENTE

No caso de pequenos acidentes como golpes pouco profundos, contusões, pequenas queimaduras ou escoriações:

lave as feridas não expostas com água corrente e as feridas expostas com água oxigenada que deve existir na caixa de primeiros socorros.

Desinfecte a ferida com o produto disponível na caixa de primeiros socorros aplicando levemente tintura de Timerosal ou Betadine

Em caso de contusões ou pequenas queimaduras aplique de imediato gelo sobre a zona afectada.

Aplique se necessário pensos ou ligaduras que encontra na caixa de primeiros socorros

Em caso de corte de vasos sanguíneos que provoquem hemorragia abundante aplicar garrote no membro afectado.

Dirija-se ao hospital ou centro de enfermagem mais próximo se necessário. Veja a localização e telefones no verso deste manual.

No caso de acidente grave (queda, electrocussão, golpe ou traumatismo que provoque desmaio ou factura, líquidos corrosivos ou ferimentos nos olhos):

Permaneça calmo.

Se o acidente for consigo solicite ajuda aos camaradas de trabalho.

Se for com outra pessoa observe com cuidado a situação antes de actuar, examinado o ferido sem o tocar desnecessariamente.

Não o mova sem saber o que lhe aconteceu.

Actue rápido seguindo as instruções mas sem precipitação.

Se o acidente não for motivado por queda e não houver fracturas mas o acidentado está desmaiado coloque-o suavemente em decúbito lateral.

Nunca se dá de beber líquidos a quem esteja desmaiado ou em vias de perder o conhecimento.

Não permitir que o acidentado arrefeça.

Se o acidente for com electrocussão executar as manobras de ressuscitação adequadas incluindo a respiração assistida.

Chame imediatamente a emergência médica comunicando de forma precisa onde se encontra o acidentado e as causas do acidente se forem conhecidas e o estado do acidentado. Cumpra rigorosamente a instruções recebidas da emergência médica, através do telefone.

## Casos particulares:

Acidentado em chamas:

Cobrir com uma manta pano ou casaco de modo a abafar o fogo

Arrefecer com água. Não retirar a roupa (isso vai ser feito pelo pessoal da emergência médica)

Pedir a evacuação urgente

Intoxicação por ácidos ou alcalis (bases):

Não provocar o vômito

Fazer beber água

Ligar para o telefone de apoio toxicológico indicar o que está a acontecer e cumprir com as instruções recebidas

Pedir evacuação urgente

Queimaduras químicas:

Retirar a roupa sobre a zona afectada.

Lavar abundantemente com água

Solicitar o envio do ferido para hospital.

Electrocussão:

Desligar de imediato a energia. Não tentar desprender o acidentado sem a energia desligada.

Se o ferido não desmaiou acalma-lo e fazer com que se sente e respire fundo até normalizar a respiração. Se houver queimaduras lavar e proteger a zona. Dirigir-se a um centro de enfermagem ou hospitalar para fazer o curativo.

Se o ferido desmaiou primeiro coloca-lo deitado no chão de peito para cima e cabeça ligeiramente inclinada para trás. verificar se respira e em caso negativo dar respiração "boca a boca" de 10 em 10 segundos. Se não sentir a pulsação e estiver habilitado para tal fazer as manobras de ressuscitação incluindo massagem cardíaca, fazer massagem cardíaca imediatamente.

Chame imediatamente a emergência médica comunicando de forma precisa onde se encontra o acidentado e as causas do acidente se forem conhecidas e o estado do acidentado. Cumpra rigorosamente as instruções recebidas da emergência médica, através do telefone.

## PREVENÇÃO DE INCÊNDIOS EM OBRA

Em geral em todos os locais de trabalho existe risco de incêndio. Para minimizar esse risco dever tomar-se no mínimo as seguintes precauções:

1ª Proibição de realização de fogueiras, execução de soldaduras ou corte com rebarbadeira ou outros trabalhos que provoquem chamas chispas ou fagulhas, na presença ou nas proximidades de materiais inflamáveis. No caso de absoluta necessidade de realizar esses trabalhos na proximidade de materiais inflamáveis a zona deve ser circunscrita e os materiais inflamáveis (como carpetes) devem se cobertos ou protegidos contra fagulhas ou humedecidos. Deve existir no local de trabalho um extintor de pó químico ABC com pelo menos 12 KG. Estes trabalhos têm de ter autorização prévia do coordenador de segurança da obra.

2ª De acordo com o plano de execução da obra devem existir vias de evacuação devidamente sinalizadas de acordo com a lei aplicável que têm de estar sempre livres para que possam ser utilizadas durante o decurso da obra.



O número a disposição e as dimensões das vias de evacuação e respectivas saídas de emergência deve estar de acordo com o uso e dimensões dos equipamentos usados em obra e das dimensões da obra em si mesma e dos locais envolventes, assim como do número máximo de pessoas que podem estar presentes em todos os locais. Em caso de avaria do sistema de iluminação, as vias de saída que precisem de iluminação devem estar equipadas com armaduras autónomas de iluminação de emergência com intensidade suficiente para permitir um percurso seguro.

3ª Segundo as características da obra e segundo as dimensões e uso dos locais, os equipamentos presentes, as características físicas e químicas das substâncias ou materiais que estejam presentes assim como do numero máximo de pessoas que podem encontrar-se neles dispõe-se do número de dispositivos apropriados de luta contra incêndios e se for necessário deve existir um sistema de detecção de incêndio com alarme.

Os dispositivos de luta contra incêndios devem ser de fácil acesso e manipulação, sendo feita a sua verificação e manutenção regular. A sua localização deve estar sinalizada de acordo com a lei na entrada do escritório do estaleiro de obra onde está localizado.

## PRIMEIROS SOCORROS

Em todos os escritórios ou casamatas de obra deve existir um placard claramente visível onde se indicam os telefones de emergência tais como os dos bombeiros , hospitais, seguros, ambulâncias , médicos, polícia e responsável de segurança da obra.

Em todos os locais de trabalho deve existir uma caixa de primeiros socorros com todos os meios necessários para as actuações em caso de acidente. A sua localização deve estar devidamente sinalizada na entrada do local onde esteja localizado.

O conteúdo mínimo das caixas de primeiros socorros deve ser :

Desinfectantes e antissépticos autorizados tais como: água oxigenada, tintura de Timerosal ou iodados tipo BETADINE.

Gases estéreis

Algodão hidrófilo

Venda

Pensos rápidos

Adesivos vários

Garfos

Pinças

Luvas descartáveis

Este material deve ser verificado periodicamente pelo menos uma vez por mês e deve repor-se sempre que é utilizado.

## ACÇÕES BÁSICAS DE EMERGÊNCIA EM CASO DE ACIDENTE

A sequência de actuação será a seguinte:

Nos casos em que haja uma situação de emergência em que seja necessário prestar auxílio pessoal ao acidentado, a pessoa que detectou a emergência Deve contactar o responsável de Segurança e Emergência da obra que em função da situação comunicada: Intervirá de imediato para evitar o agravamento das lesões.

Fará um reconhecimento directo do acidente e do acidentado e determinará se é necessária a participação a serviços externos, informando-os dos detalhes da lesão.

Os cuidados directos ao acidentado mantêm-se até à chegada dos meios externos.

Em caso de queda de altura ou de nível distinto e em caso de acidente eléctrico supõe-se sempre que podem haver lesões graves e em consequência tomam-se as máximas precauções de primeiros socorros, aplicando as técnicas básicas adequadas à situação: imobilização do acidentado até à chegada da ambulância em caso de queda ou reanimação em caso de electrocussão.

Em caso de gravidade manifesta evacua-se sempre o ferido em ambulância. Evitar-se há o uso de veículos particulares pois isso pode causar riscos acrescidos para o acidentado.

## ACÇÕES BÁSICAS DE EMERGÊNCIA EM CASO DE EVACUAÇÃO

Se for dada a ordem de evacuação todo o pessoal deve dirigir-se para a saída mais próxima como é do seu conhecimento prévio ( pois todos devem ter recebido instruções sobre a localização das saídas e caminhos de evacuação)

Uma vez no exterior devem dirigir-se ao ponto de encontro previamente determinado de que todos os trabalhadores têm conhecimento.

De qualquer modo para contribuir para uma correcta evacuação é necessário ter presentes as seguintes indicações:

Se existir na obra uma pessoa com limitações físicas, deve atribuir-se previamente um elemento para auxiliar essa pessoa em caso de evacuação.

Se existirem feridos no sinistro o responsável de emergência deve designar as pessoas que vão fazer a transladação dos feridos para um lugar seguro caso eles possam ser movidos ou ficar junto deles a aguardar a chegada de bombeiros ou especialistas.

Os visitantes que se encontrem nas instalações devem ser acompanhados durante a evacuação pelas pessoas visitadas que serão responsáveis pelos seus visitantes.

A obra deve ter implementado um controlo de acessos para garantir o acesso a cada parte apenas às pessoas autorizadas. Todos os presentes nas instalações da obra devem ter o seu registo na folha de presenças quer sejam trabalhadores ou visitantes.

## LISTA DOS CONTACTOS E LOCALIZAÇÃO DOS SERVIÇOS DE EMERGÊNCIA

ORGANISMO E ENDEREÇO      TELEFONE      OBSERVAÇÕES

BOMBEIROS LOCAIS

BOMBEIROS NACIONAIS

INFORMAÇÃO TOXICOLÓGICA

URGÊNCIAS MÉDICAS

POLÍCIA

PROTECÇÃO CIVIL

COMPANHIAS DE SEGUROS

HOSPITAIS

**ORGANISMO E ENDEREÇO      TELEFONE      OBSERVAÇÕES**

**CAPÍTULO 8 – ANEXOS****Anexo I – Normas de Índice de Protecção IP****IP XY**

X = Primeiro Número Característico

- |          |   |
|----------|---|
| <b>0</b> | Não protegido.  |
| <b>1</b> | Protegido contra objectos sólidos maiores que 50 mm.  |
| <b>2</b> | Protegido contra objectos sólidos maiores que 12 mm.  |
| <b>3</b> | Protegido contra objectos sólidos maiores que 2,5 mm. |
| <b>4</b> | Protegido contra objectos sólidos maiores que 2,5 mm  |
| <b>5</b> | Protegido contra a poeira                             |
| <b>6</b> | Totalmente protegido contra a poeira                  |

Y = Segundo Número Característico.

- |          |   |
|----------|---|
| <b>0</b> | Não protegido   |
| <b>1</b> | Protegido contra quedas verticais de gotas de água                        |
| <b>2</b> | Protegido contra queda de gotas de água para uma inclinação máxima de 15° |
| <b>3</b> | Protegido contra água aspergida (salpicos)                                |
| <b>4</b> | Protegido contra projecções de água                                       |
| <b>5</b> | Protegido contra jactos de água   |
| <b>6</b> | Protegido contra ondas do mar   |
| <b>7</b> | Protegido contra imersão  |
| <b>8</b> | Protegido contra submersão  |

(normalmente, isto significa que o equipamento é hermeticamente selado, mas para certos tipos de equipamento pode significar que a água pode penetrar em quantidade que não provoque efeitos prejudiciais).

**Letra Suplementar**

A – Uma grande superfície do corpo humano tal como a mão ( Não impede a penetração intencional). Prova com esfera de 50 mm

B – Os dedos ou objectos análogos que não excedam o comprimento de 80 mm. Prova com dedo de diam=12 e comp= 80 mm

C – Ferramentas, arames , etc com diâmetro ou espessura superior a 2,5 mm. Prova com vareta de diam=2,5 mm e comp=100 mm

D – Arames ou fitas com espessura superior a 1mm . Prova com vareta de diam=1 mm e Comp= 100 mm

S - O ensaio de protecção contra a penetração prejudicial de água deve ser efectuado com o equipamento em repouso

M - O ensaio de protecção contra a penetração de água deve ser efectuado com o equipamento em funcionamento

W - (Colocado imediatamente após as letras JP) – O equipamento é projectado para utilização sob condições atmosféricas específicas e previsto com medidas ou procedimentos complementares de protecção. Tanto as condições atmosféricas especificadas como as medidas ou procedimentos complementares de protecção devem ser objecto de acordo entre fabricante e utilizador.

## Anexo II - BIBLIOGRAFIA

Fórum "Energias Renováveis em Portugal – Uma Contribuição para os Objectivos de Política Energética e Ambiental", INEPTO/ ADENSE/DE, 2003.

"Energia para o Futuro: Fontes de Energia Renováveis", Livro Branco para uma Estratégia e Plano de Acção Comunitários. Comissão Europeia.

"Metas Indicativas Relativas à Produção de Electricidade a partir de Fontes de Energia Renováveis em Portugal", DE, Janeiro 2003.

Colares Pereira, M. (1998). Energia Solar. Energia Solar na Indústria, as Aplicações Térmicas, Activas e Passivas. Cadernos de Ambiente AIP, Nº 3, pp.12-15.

Rodrigues, A. e Ferreira, M. (1998). Energia Eólica. Situação Actual e Perspectivas. Cadernos de Ambiente AIP, Nº 3, pp.16-19.

Falcão, A. (1998). Energia dos Oceanos. O caso Particular da Energia das Ondas. Cadernos de Ambiente AIP, Nº 3, pp.20.

"A Energia Eólica e o Ambiente", Instituto do Ambiente, Janeiro 2003.

## ANEXO III – TABELAS DE CONVERSÃO DE UNIDADES

### Factores de Conversão

#### MEDIDAS UTILIZADAS EM ENERGIA SOLAR

##### Definições

**British Thermal Unit (Btu):** Unidade de energia.

Quantidade de energia necessária para elevar a temperatura de uma libra (unidade inglesa de massa) de água em um grau Fahrenheit (1 °F) sob pressão atmosférica normal.

**Caloria (cal):** Unidade de energia.

Quantidade de energia necessária para elevar a temperatura de um grama de água em 1 °C, de 14,5 °C a 15,5 °C, sob pressão atmosférica normal.

**Joule (J):** Unidade de trabalho, de energia e de quantidade de calor.

O joule é o trabalho produzido por uma força de 1 newton que leva o ponto de aplicação dessa força a deslocar-se por uma distância de 1 metro na direção da força.

**Newton (N):** Unidade de força.

O newton é a força que, quando aplicada a um corpo de massa igual a 1 quilograma, atribui-lhe a aceleração constante de 1 metro por segundo quadrado na direção da força.

**Tonelada equivalente de petróleo (tep):** Unidade de energia.

A tep é utilizada na comparação do poder calorífero de diferentes formas de energia com o petróleo. Uma tep corresponde à energia que se pode obter a partir de uma tonelada de petróleo padrão.

**Watt (W):** Unidade de potência.

O watt é a potência de um sistema energético no qual é transferida, contínua e uniformemente, a energia de 1 joule por segundo.

**Watt-hora (Wh):** Unidade de energia.

Energia transferida uniformemente por um sistema de potência igual a 1 watt durante uma hora.



## Múltiplos de unidades de energia

UN / Múltiplo.	x10 <sup>3</sup>	x10 <sup>6</sup>	x10 <sup>9</sup>	x10 <sup>12</sup>	x10 <sup>15</sup>	x10 <sup>18</sup>
joule	kJ	MJ	GJ	TJ	PJ	EJ
British Thermal Unit (Btu)	kBtu	MBtu	GBtu	TBtu	PBtu	EBtu
caloria (cal)	kcal	Mcal	Gcal	Tcal	Pcal	Ecal
tonelada equivalente de petróleo (tep)	ktep	Mtep	Gtep	Ttep	Ptep	Etep
watt-hora (Wh)	kWh	MWh	GWh	TWh	PWh	EWh

## Relação entre unidades

Exponenciais	Equivalências	Relações Práticas
(k) kilo = 10 <sup>3</sup>	1 m <sup>3</sup> = 6,28981	barris
(M) mega = 10 <sup>6</sup>	1 barril = 0,158987 m <sup>3</sup>	1 tep ano = 7,2 bep ano
(G) giga = 10 <sup>9</sup>	1 joule = 0,239 cal	1 bep ano = 0,14 tep ano
(T) tera = 10 <sup>12</sup>	1 Btu = 252 cal = 60.228 J	1 tep ano = 0,02 bep dia
(P) peta = 10 <sup>15</sup>	1 m <sup>3</sup> de petróleo = 0,872 t (em 1994)	1 bep dia = 50 tep ano
(E) exa = 10 <sup>18</sup>	1 tep = 10.000 Mcal	

## ANEXO VII - Noções Gerais de MANUTENÇÃO

A Manutenção é um conjunto de técnicas destinadas a prevenir e a corrigir as falhas de um equipamento ou de um sistema . A manutenção conheceu ao longo dos tempos, um processo evolutivo paralelo à evolução da tecnologia numa linha de aperfeiçoamento de conceitos, de práticas e de métodos.

Na época da mecanização: final do séc. XIX e princípios do séc. XX, os equipamentos eram na sua maioria concebidos para aumentar a velocidade e o volume de produção nas fábricas, ou para executar tarefas que as limitações humanas dificilmente poderiam executar.

Mesmo quando H. Ford iniciou em 1908 a produção em série do famoso modelo T. (que durou até 1927, com pequeníssimas alterações), considerada a primeira grande produção industrial de uma máquina, questões como planos de manutenção preventiva e revisões periódicas , não eram ainda conhecidas e muito menos prática comum.

Os equipamentos só eram intervencionados quando avariavam ou paravam. A prevenção não fazia parte do dicionário do “mecânico” da época. A habilidade na reparação e na execução dos componentes avariados valorizava extraordinariamente o executante, numa filosofia muito própria da época, em que a formação era conseguida à base da prática. **Era mexendo que se aprendia.**

Conceitos como **produtividade, qualidade e fiabilidade**, só seriam tomados em consideração em termos técnicos e de gestão a partir da última metade do sec XX ( em particular no último quartel ) .

No último meio século a evolução da actividade de Manutenção foi profunda sendo impulsionada pela massificação do consumo dos produtos industrializados, pela revolução científico técnica e pelos grandes projectos ligados à aviação comercial e militar e à conquista espacial.

A evolução da técnica, a complexidade dos equipamentos, o aumento do seu custo de aquisição e o aumento da competitividade das empresas, questões tais como a Produtividade e os Custos de Produção passaram a ser estudados.

Os custos de Manutenção passam a ter uma avaliação contabilística e económica . A paragem ou redução da produtividade ou diminuição da qualidade do produto produzido por avaria dos equipamentos, passou a ser importante na economia das empresas.

A Prevenção passou a ter uma importância económica e passou a ser um objectivo de gestão. Ter os equipamentos sempre disponíveis passou a ser uma marca de eficiência e de excelência de uma empresa.

Evitar a avaria através de operações preventivas passa a ser um objectivo primordial. **Reparar antes de partir** em vez de **reparar quando partir**, através de métodos de planeamento, distribuídos no tempo e repetitivos de acordo com a experiência ou indicações do fabricante: é a época da Manutenção Preventiva Sistemática. Veja-se os planos de manutenção preventiva das companhias de aviação e das companhias de electricidade.

Na aviação civil e militar, as avarias são extraordinariamente importantes e os seus impactos podem levar a grandes perdas de bens ou de vidas. É importante que as avarias não aconteçam ou que no mínimo seja reduzida a hipótese de acontecerem. Isto leva a que os custos de manutenção sejam muito elevados.

Substituir componentes apenas porque o plano de manutenção a isso obriga, quando os mesmos se encontram em perfeitas condições, levanta questões económicas. .

Os componentes apenas deveriam ser substituídos quando se pudesse confirmar por medidas ou observações que apresentavam sintomas de terem chegado ao fim de vida, ou seja se verificasse que a avaria estaria eminente. Devido à importância económica da manutenção desenvolveu-se um novo conceito de prevenção: a Manutenção Preventiva Condicionada ou Manutenção Preditiva, que pretende garantir a fiabilidade com custos minimizados.

Os equipamentos passam a disponibilizar sistemas de avaliação e análise do funcionamento dos mesmos, e as manutenções são efectuadas de acordo com as condições de operação e o estado dos componentes devidamente avaliados testados e medidos em permanência por sistemas automáticos.

Este conceito no entanto não define responsabilidades, e os serviços de manutenção continuavam a ser os principais responsáveis pelos equipamentos, mesmo quando a sua operação era efectuada por terceiros e nem sempre nas melhores condições.

A passagem da responsabilidade das operações básicas de manutenção para os operadores dos equipamentos (lubrificação, limpeza e pequenas afinações), é uma das formas que a indústria japonesa tem para minimizar os efeitos da má operação, dos tempos de paragem para manutenção (e portanto correspondentes a quebras de produção), e a garantia da disponibilidade dos equipamentos para a produção 24 sobre 24 horas. A Manutenção Produtiva Total (TPM) embora com muitos seguidores, esbarra com a cultura europeia e americana e nunca é totalmente implementada no ocidente. A aplicação dos seus princípios em casos pontuais e específicos é no entanto a solução para muitos processos os chamados processos de missão crítica, e os resultados da sua aplicação são normalmente um sucesso.

A Qualidade e a Fiabilidade dos equipamentos e componentes, largamente implementadas pela sofisticação quer de materiais, quer dos processos de fabrico, a impossibilidade de em determinados casos de efectuarem reparações ou Manutenções durante a operação dos equipamentos, (ex: viagens espaciais) relança o tema da operacionalidade dos equipamentos e da garantia do seu funcionamento.



O conceito de RCM (manutenção centrada na fiabilidade dos componentes) é o novo desafio dos profissionais dedicados à Manutenção.

No entanto, importa salientar que cada vez mais, a função do Técnico de Manutenção deixou há muito de ser reparar avarias, para ser **EVITAR QUE AS AVARIAS ACONTEÇAM**.

## ANEXO VII - Noções Gerais de MANUTENÇÃO

## **Guia de manutenção de postos de transformação**

( RECOMENDAÇÕES E / OU ORIENTAÇÕES PARA A MANUTENÇÃO DE POSTOS DE TRANSFORMAÇÃO )

## ÍNDICE

1. OBJECTIVO.....	2
2. INTRODUÇÃO.....	2
3. DISPOSIÇÕES LEGAIS APLICÁVEIS.....	2
3.1. Inspeções de Instalações Eléctricas.....	3
3.2. Verificação dos eléctrodos de terra.....	3
3.3. Limpeza, conservação e reparação das instalações.....	3
3.5. Manutenção da Rede de Distribuição.....	3
4. ÂMBITO DE APLICAÇÃO.....	4
5. ACÇÕES DE MANUTENÇÃO.....	4
5.1. MANUTENÇÃO PREVENTIVA SISTEMÁTICA (M P S) .....	5
5.1.1. Periodicidade das Acções de (M P S).....	7
5.1.2. Documentos de Suporte.....	7
6. MANUTENÇÃO PREVENTIVA CONDICIONADA.....	8
7. RECOMENDAÇÕES DE EXPLORAÇÃO .....	8
8. INFORMAÇÕES GERAIS .....	8
8.1. Responsabilidades e obrigações .....	8
8.2. Quem deve o cliente contactar se necessitar do isolamento do seu Posto de Transformação, para trabalhos de conservação, reparação ou...remodelação? .....	9
8.3. Atribuições do Responsável de Trabalhos .....	9
8.4. Trabalhos em tensão (TET) .....	9

MODELOS A PREENCHER

ANEXO I - RELATÓRIO DE INSPECÇÃO DE POSTOS DE TRANSFORMAÇÃO (AÉREOS)  
ANEXO II - RELATÓRIO DE INSPECÇÃO DE POSTOS DE TRANSFORMAÇÃO (CABINAS)

## **1. OBJECTIVO**

Pretende-se com estes apontamentos apresentar uma série de Recomendações/Orientações que possibilitem a elaboração posterior de um folheto ou prospecto informativo, com os procedimentos de Manutenção para os Postos de Transformação de Clientes da SMP, tendo em vista a segurança das intervenções e a melhoria da qualidade de serviço.

## **2. INTRODUÇÃO**

Os Sistemas de Energia Eléctrica, de que fazem parte a Produção, o Transporte e a Distribuição de electricidade, estão interligados entre si constituindo na verdade uma só “Rede Infinita”.

Quer isto dizer que a Qualidade de Serviço, não depende só do modo como é feita a Exploração das Redes da EDP ou de Outras produtoras e distribuidoras, mas também dos eventuais incidentes com origem nas Instalações Eléctricas dos clientes consumidores e do modo de exploração das mesmas.

De acordo com a legislação em vigor, todos os clientes alimentados a partir de um Posto de Transformação privado, devem ter um Técnico Responsável pela Exploração das instalações eléctricas.

As questões que envolvem a Exploração de um Posto de Transformação, estão regulamentadas em diversa legislação, que iremos citar nos capítulos seguintes.

## **3. DISPOSIÇÕES LEGAIS APLICÁVEIS**

### **3.1. Inspecções de Instalações Eléctricas**

*“O Técnico Responsável pela Exploração” deverá inspeccionar as instalações eléctricas com a frequência exigida pelas características de exploração, no mínimo duas vezes por ano, a fim de proceder às verificações, ensaios e medições regulamentares e elaborar o relatório referido no artigo 14.º, devendo estas inspecções obrigatórias ser feitas, uma, durante os meses de Verão e, outra, durante os meses de Inverno.*

*O relatório referido no número anterior será enviado, anualmente, aos respectivos serviços externos da Direcção Geral de Energia.....”*

*Artigo 20.º do Decreto –Lei n.º 517/80 de 31 de Outubro*

### **3.2. Verificação dos eléctrodos de terra**

*“Os exploradores de postos e subestações deverão verificar uma vez por ano, durante os meses, de Junho, Julho, Agosto ou Setembro, as resistências de terra de todos os eléctrodos de terra que lhes pertençam. Os resultados obtidos deverão ser anotados num registo especial que possa ser consultado, em qualquer ocasião, pela fiscalização do Governo.”*

### **3.3. Limpeza, conservação e reparação das instalações**

*“A limpeza das instalações deverá efectuar-se com a frequência necessária para impedir a acumulação de poeiras e sujidades, especialmente sobre os isoladores e aparelhos.*

*Quaisquer trabalhos de limpeza, conservação e reparação só poderão ser executados por pessoal especialmente encarregado e conhecedor desses serviços ou por pessoal trabalhando sob sua direcção.”*

*Artigos 60.º e 103.º do Regulamento de Segurança de Subestações e Postos de Transformação e de Seccionamento, aprovado pelo Decreto n.º 42 895/60 de 31 de Março*



alterado pelos, Decreto Regulamentar n.º 14/77, de 18 de Fevereiro, e Decreto Regulamentar n.º 56/85 de 06 de Setembro.

## Manutenção da Rede de Distribuição

### “11.3

*As entidades ligadas à Rede de Distribuição devem manter as suas instalações eléctricas em bom estado de funcionamento e de conservação, de modo a não causarem perturbações ao bom funcionamento da Rede de Distribuição.”*

*Regulamento da Rede de Distribuição, Despacho n.º 13 615/99 (2ª série) alterado pelo Despacho n.º 25 246/99 (2ª série)*

## 4. ÂMBITO DE APLICAÇÃO

No sentido de dar cumprimento ao estabelecido legalmente, apresentam-se de modo sucinto as recomendações, em jeito de orientações técnicas, que permitam garantir as melhores condições de funcionamento das instalações consideradas.

De acordo com as disposições legais em vigor, os Postos de Transformação “deverão ser inspeccionados com a frequência exigida pelas características de exploração, no mínimo duas vezes por ano, a fim de proceder às verificações, ensaios e medições regulamentares e elaborar o relatório”.

É importante referir que as condições ambientais que envolvem a instalação, devem ser tidas em consideração, nomeadamente as que estão mais sujeitas à agressividade, dos agentes de poluição local (ex: Salinos/Químicos/Húmidos/Poeirentos), considerando a zona de inserção e, estabelecendo também uma relação directa com o tipo de actividade desenvolvida pela unidade industrial/outra a que está associada.

## 5. ACÇÕES DE MANUTENÇÃO

No presente capítulo definem-se as Acções de Manutenção Preventiva a levar a cabo em **Postos de Transformação** (Cabinas e Aéreos) e os documentos de suporte (Relatórios de Inspeção) a serem utilizados.

Para efeitos da aplicação prática, consideraram-se dois tipos de Postos de Transformação:

AÉREOS	A ; AS ; AI
CABINAS	de alvenaria ( CB , CA ) c/ invólucro metálico ( CM ) subterrâneas ( CS )

## 5.1. MANUTENÇÃO PREVENTIVA SISTEMÁTICA (M P S)

A Manutenção Preventiva Sistemática contempla a realização de 2 tipos de Acções para os Postos de Transformação:

<p><b>Inspeção</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Observação visual do estado da instalação</li> <li>• Termovisão sobre todas as ligações eléctricas existentes</li> <li>• Medição das resistências dos eléctrodos de terra:               <ol style="list-style-type: none"> <li>1. terra de serviço</li> <li>2. terra de protecção</li> </ol> </li> <li>• Verificação dos sistemas de protecção</li> </ul>
<p><b>Manutenção Integrada</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Observação visual do estado da instalação</li> <li>• Termovisão de todas as ligações eléctricas existentes</li> <li>• Medição das resistências dos eléctrodos de terra:               <ol style="list-style-type: none"> <li>1. terra de serviço</li> <li>2. terra de protecção</li> </ol> </li> <li>• Revisão (afinação, lubrificação, ensaio de funcionamento) dos dispositivos de manobra</li> <li>• Verificação e ensaios dos sistemas de protecção</li> </ul>

Descrição das acções de INSPECÇÃO e MANUTENÇÃO INTEGRADA.

### INSPECÇÃO

*Descrição:* Observação visual do estado das instalações e equipamentos eléctricos e identificação e registo em ficha própria das anomalias detectadas e do grau de prioridade que deve ser considerado para a sua correcção.

Termovisão de todas as ligações com recurso a equipamento especial de medida de temperatura sem contacto, para detecção de eventuais pontos quentes.

Medição das resistências de terra do PT com recurso a processo expedito (*Pinça para Medição de Terras sem necessidade de interrupção do circuito de terra e sem necessidade de montagem de eléctrodos auxiliares*).

Verificação dos sistemas de protecção.

*Documentos de Suporte a serem Preenchidos:* Relatórios, ( dois modelos um para PT Aéreos e outro para PT em Cabinas)

*Meios e Equipamentos Necessários:* Pinça para medição de terras, sem interrupção dos circuitos;

Equipamento simplificado para termovisão.

## **MANUTENÇÃO INTEGRADA**

*Descrição:* Termovisão de todas as ligações eléctricas, limpeza geral do PT e respectivos equipamentos, revisão dos dispositivos de manobra (afinação, lubrificação, ensaios de funcionamento), medição da resistência dos eléctrodos de terra e preenchimento do Relatório para PT em Cabinas.

A realização desta acção poderá ser executada com recurso a, corte de corrente (na consignação do PT após a sua construção), ou em tensão (TET) que é o caso aplicável aos PT em exploração.

A Acção de Manutenção Integrada contempla:

- Limpeza geral do Posto de Transformação
- Limpeza geral do barramento MT e respectivos elementos de suporte e isolamento (PT's com barramento à vista)
- Limpeza de todos os órgãos de corte e / ou protecção que estejam nas celas que não são monobloco blindado
- Limpeza dos Transformadores de Potência
- Limpeza do Quadro Geral de Baixa Tensão
- Manutenção geral ( afinações, lubrificações, etc.) dos órgãos de corte e respectivos comandos
- Verificação de ligações e apertos
- Verificação e lubrificação de dobradiças, fechaduras e fechos das portas de acesso à instalação
- Verificação do bom estado de funcionamento da iluminação do PT, com substituição do material avariado ou danificado
- Medição das resistências dos eléctrodos de terra do PT
- Eventual substituição da sílica gel e ou de outros sistemas de controle da humidade

- Análise físico/química do óleo do Transformador no caso dos transformadores isolados a óleo.
- Inspeção de cada bloco de enrolamentos no caso de transformadores secos para detectar eventuais sinais de degradação ou consequências de por exemplo sobretensões ou descargas atmosféricas
- Eventual reposição do nível do óleo do TP
- Verificação e ensaios dos sistemas de protecção

*Documentos de suporte:* Relatório PT em Cabinas

*Meios e Equipamentos Necessários:* Aparelho para medição da resistência dos eléctrodos de terra ;  
Equipamento simplificado para termovisão

*NOTA: Além destas recomendações devem ser seguidas as recomendações / instruções do fabricante dos equipamentos instalados.*

## 5.1.1. Periodicidade das Acções de (M P S)

Tendo em consideração o disposto nos pontos anteriores, é da responsabilidade do Técnico Responsável pela exploração da instalação, o estabelecimento da frequência com que devem ser executadas as acções de Manutenção sobre os Postos de Transformação, podendo ser consideradas como referencial as periodicidades abaixo indicadas.

ACÇÕES	PERIODICIDADE
INSPECÇÃO	<b>Pelo menos 2 vezes / Ano</b> (Disposição regulamentar)
MANUTENÇÃO INTEGRADA	<b>Pelo menos 1 vez / Ano</b> (Pode coincidir com uma acção de Inspeção)

## 5.1.2. Documentos de Suporte

Nas Inspeções dos PT's (Aéreos e Cabinas) podem usar-se os impressos designados por **Relatório de Inspeção** (PTC\_01 e PTC\_02), que se apresentam nos ANEXOS I e II, nas quais constam as listagens de pontos a observar.

Nestes relatórios registar-se-ão as anomalias detectadas e o grau de prioridade que deve ser considerado para a sua resolução.

## 6. MANUTENÇÃO PREVENTIVA CONDICIONADA

A **Manutenção Preventiva Condicionada** consiste na resolução das anomalias detectadas no âmbito das acções de Manutenção Preventiva Sistemática, e ou na Inspeção. Essas anomalias deverão ser resolvidas em função da sua gravidade e de acordo com uma prioridade (1 – 2 – 3), que deverá ser estabelecida com base nos seguintes critérios:

1. Anomalias graves com forte probabilidade de originar, no curto prazo, uma avaria com interrupção de corrente.
2. Anomalias de média gravidade que não evoluam, no curto prazo, para uma situação de risco de avaria.
3. Anomalias menos graves que não ponham em risco a segurança das instalações e pessoas.

A título de exemplo, os prazos máximos de resolução dessas anomalias em função das prioridades indicadas, poderão ser os seguintes:

PRIORIDADES	1	2	3
PRazos DE RESOLUÇÃO ( DIAS )	IMEDIATA	≤ 30	≤ 60

## 7. RECOMENDAÇÕES DE EXPLORAÇÃO

1. Verificar se a ponta máxima (**kW**) atingida pelo Transformador de Potência, se enquadra nos parâmetros do seu dimensionamento (**kVA**);
2. Controlar a energia reactiva (**cos φ**);
3. Efectuar periodicamente a medição das tensões secundárias e, se necessário adequar a respectiva tomada ( *operação a ser executada sem tensão e, por pessoal habilitado*).

## 8. INFORMAÇÕES GERAIS

### 8.1. Responsabilidades e obrigações

*“As entidades com instalações fisicamente ligadas ao SEP são responsáveis pelas perturbações por si causadas no funcionamento das redes do SEP ou nos equipamentos de outros clientes, cabendo-lhes o pagamento dos prejuízos.”*

*“A entidade do SEP responsável pelo fornecimento ou entrega de energia eléctrica a um cliente pode interromper o serviço prestado quando a gravidade da situação o justifique ou quando o cliente não elimine, nos prazos referidos no número seguinte, as causas das perturbações emitidas, dando conhecimento do facto à DGE e à ERSE.”*

*Nota:* O termo perturbações engloba as causadas à qualidade da onda de tensão, tais como, cavas de tensão e distorção harmónica.

*Artigos 10.º e 12.º do Regulamento da Qualidade de Serviço, Despacho n.º 2410-A/2003 (2ª série)*

### **9. Quem deve o cliente contactar se necessitar do isolamento do seu Posto de Transformação, para trabalhos de conservação, reparação ou remodelação?**

Basta contactar a EDP, com uma antecedência de quinze (15) dias, preferencialmente o seu Gestor de Cliente, pessoalmente, por carta, e-mail ou fax, indicando a instalação onde pretendem fazer trabalhos, a pessoa responsável pelos mesmos e a data e hora proposta para a realização dos mesmos.

Na data e hora acordada, que poderá ser diferente da proposta, o Responsável de Trabalhos será contactado pelo Responsável ou Delegado de Consignação, que emitirá o correspondente Boletim de Trabalhos, sem o qual não poderá ser iniciada qualquer intervenção.

### **8.3. Atribuições do Responsável de Trabalhos**

#### **“6.3.4.1**

*Confirmar a realização das manobras, bloqueios e outras medidas de segurança mandadas executar pelo Responsável de Consignação ou Delegado de Consignação, só as podendo alterar com a autorização deste.*

#### **“6.3.4.2**

*Receber autorização do Responsável de Consignação ou Delegado de Consignação, para início de trabalhos fora de tensão, de acordo com os procedimentos estipulados, não podendo nenhum trabalho ser iniciado sem que a referida autorização tenha sido emitida e recebida.”*

#### **“6.3.4.5**

*Reunir com todos os trabalhadores sob a sua direcção para lhes referenciar todas as medidas de segurança tomadas, indicar os limites da zona de trabalhos e informar dos cuidados individuais a ter durante a realização dos trabalhos fora de tensão.”*

*Regulamento da Rede de Distribuição*

### **8.4. Trabalhos em tensão (TET)**

No caso de trabalhos em tensão (TET) deverá ter sido emitida pela EDP a correspondente autorização de intervenção (AIT) e o Responsável de Trabalhos não poderá dar início à execução dos mesmos sem a autorização do Agente de Exploração.