

# QUALIDADE DA ENERGIA

## nos processos industriais e produtividade

### 2ª Parte

por Eng. JOSE STAROSTA, MSc  
Diretor da Ação Engenharia e Instalações  
Ltda e da ABESCO

jstarosta@acaoenge.com.br  
www.acaoenge.com.br

## CLASSIFICAÇÃO DOS FENÔMENOS ELETROMAGNÉTICOS - SÍNTESE

Em complemento à matéria anterior, seguem as definições dos chamados indicadores de Qualidade de Energia. Os mesmos podem ser considerados como aqueles fenômenos eletromagnéticos tratados pelas normas internacionais.

### De acordo com o IEEE, determinam-se :

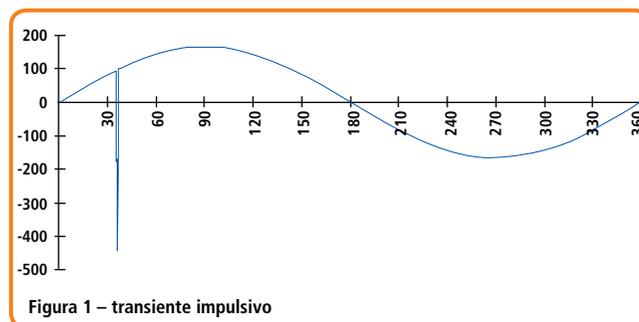
- “Transientes” como os fenômenos com duração típica de 50ns até da ordem de 1ms (impulsivos) ou os de duração de 5ms a 50 ms (oscilatórios)
- Varição de curta duração desde 0,5 ciclo até 1 minuto
- Varição de longa duração: maiores que 1 minuto
- Desbalanceamento de tensão: fenômeno de regime
- Distorção de forma de onda: fenômeno de regime
- Flutuação de tensão: fenômeno intermitente
- Varição de frequência: fenômeno com tempo de duração menor que 10s

### De acordo com a IEC

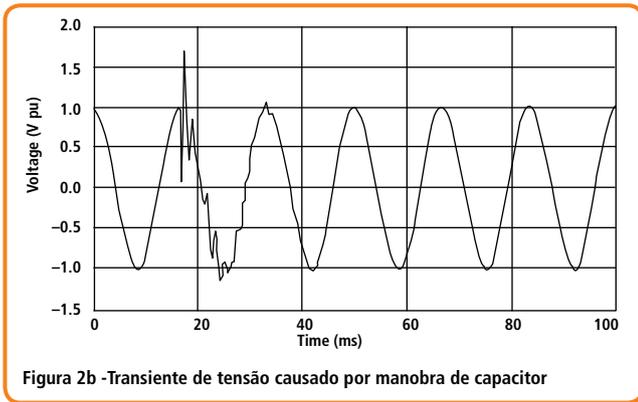
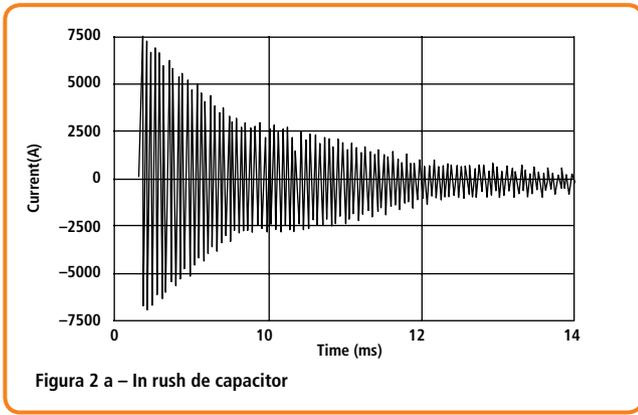
Fenômenos conduzidos em baixa frequência: típicos de 60 hz  
Fenômenos irradiados em baixa frequência campos elétricos/ magnéticos 60 hz  
Fenômenos conduzidos em alta frequência: típicos de surtos atmosféricos  
Fenômenos irradiados em alta frequência: campos elétricos/ magnéticos, campos eletromagnéticos, ondas e transientes.  
Outros: Descargas eletrostáticas e pulsos eletromagnéticos nucleares

### Os fenômenos acima podem ser interpretados como:

Transientes impulsivos: Possuem tempos de subida desde menores que 5 ns até valores da ordem de 0,1ms e duração típica desde tempos menores que 50 ns até tempo de 1 ms (1,2/50 ms ). São típicos de descargas atmosféricas. A figura 1 ilustra um transiente impulsivo.



Transientes oscilatórios: Possuem frequência de oscilação desde 5 khz até valores de 5 Mhz com duração típica de 5ms a 50 ms e com amplitude de até 8 p.u.. O fenômeno é típico de manobras e chaveamentos. A figura 2a ilustra o transiente de corrente e a influência na tensão (figura 2b) de fornecimentos típicos da manobra de capacitor por dispositivo convencional.

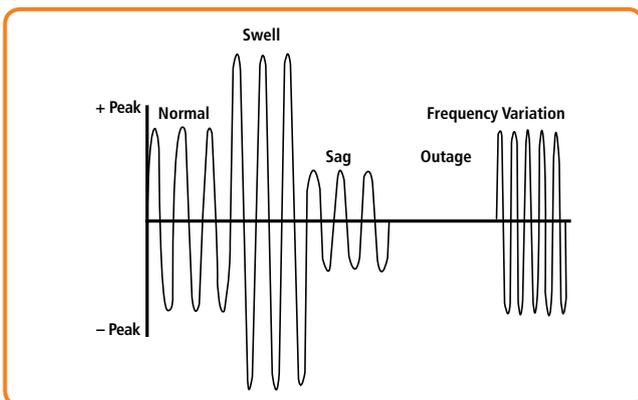


## 2. Variações de curta duração

A tabela e gráficos abaixo ilustram a classificação das variações de curta duração, que podem ser classificadas em instantâneas, momentâneas e temporárias, em função dos períodos de duração.

|             | Instantâneas                  | Momentâneas                  | Temporárias                |
|-------------|-------------------------------|------------------------------|----------------------------|
| Interrupção | —                             | 0,5 ciclo-3s                 | 3s – 1 min                 |
| Sags (dips) | 0,5-30 ciclos<br>0,1 a 0,9 pu | 30 ciclos-3s<br>0,1 a 0,9 pu | 3s – 1 min<br>0,1 a 0,9 pu |
| Swells      | 0,5-30 ciclos<br>1,1 a 1,8 pu | 30 ciclos-3s<br>1,1 a 1,4 pu | 3s – 1 min<br>1,1 a 1,2 pu |

*Falhas nos sistemas de potência., partida de motores, perdas de conexões, energização de capacitores e outros*



Variações de longa duração

- Interrupções: >1min; 0,0 pu
- Subtensões: >1min; 0,8 a 0,9 pu
- Sobretensões: >1min; 1,1 a 1,2 pu
- Variações da carga, manobras de carga ou de capacitores, ajustes incorretos de taps, sobrecargas

O desbalanceamento de Tensão é apontado como uma causa importante de queima de acionamentos. Os valores típicos vão desde 0,5 a 2%.

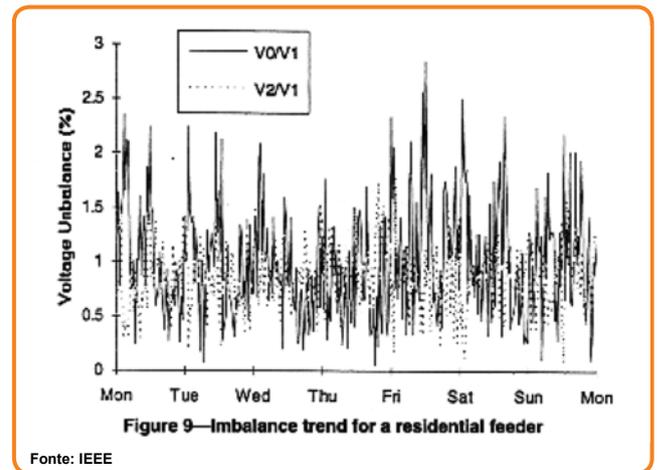
Existem duas definições: A primeira considera a relação das componentes de tensão de seqüência zero e negativa em relação à seqüência positiva.

### V0/V1 e V2/V1

O segundo modelo não tão preciso quanto o primeiro considera a comparação dos valores de tensão entre fases, e o máximo desvio destes em relação ao valor médio dos mesmos, relativamente ao próprio valor médio.

Desbal= (DV Max / V méd) ; onde DV Max = Max (desvio da V média)

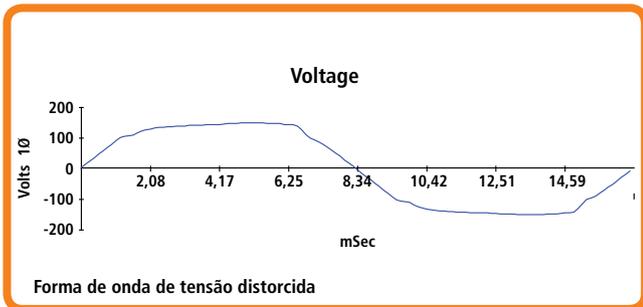
Exemplo da ocorrência de desbalanceamento de tensão: Queima de fusível de banco de capacitores e uso de cargas monofásicas:



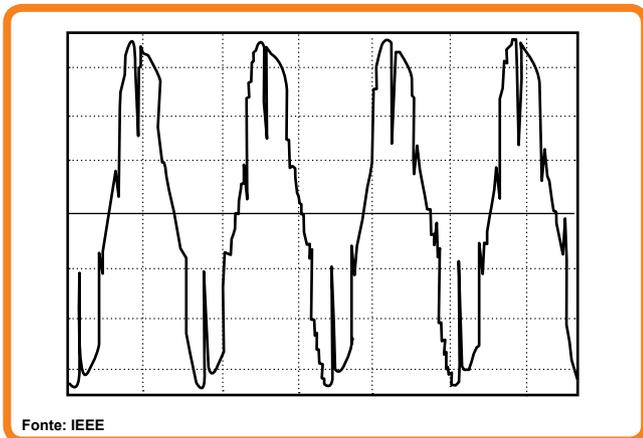
### Distorção da forma de onda:

A distorção de forma de onda ou distorção harmônica pode ser definida na corrente e tensão. A IEEE 519 avalia os fatores do ponto de vista do ponto de acoplamento entre a fonte e a carga. Distorções de corrente podem atingir até 20% à medida que a relação da potência de curto-circuito da instalação aumenta em relação à da carga distorcida.

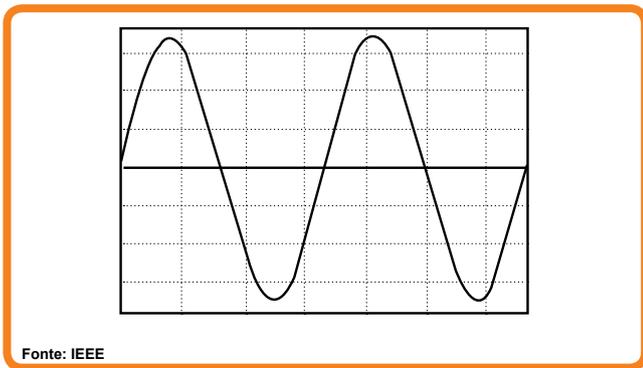
A distorção total de tensão pode atingir em condições normais valores de até 5%. Para caso específico, em que a fonte somente alimenta os próprios conversores o valor pode atingir até 10%.



- Notching Comutação de corrente em retificadores trifásicos (curto-circuito instantâneo)

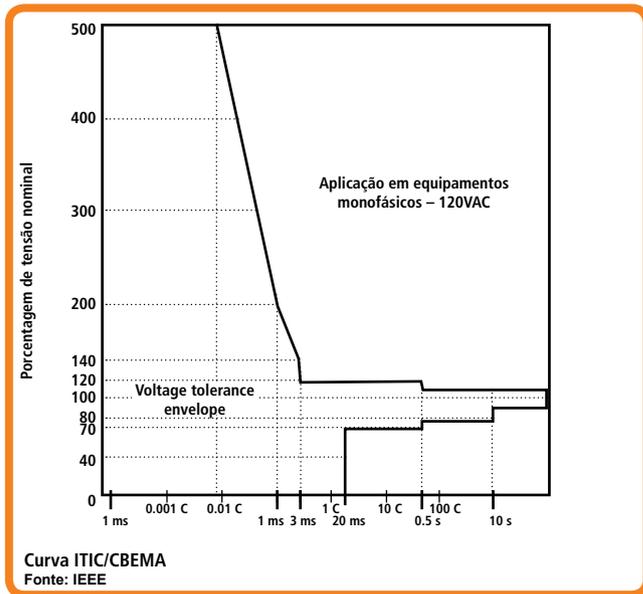


- Ruído (0 a 1%V) (banda larga) por dispositivos eletrônicos e de controle, retificadores e chaveadores. São incrementados com aterramento inadequado

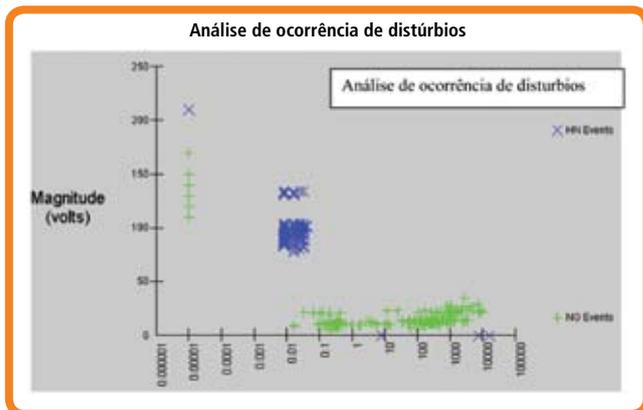
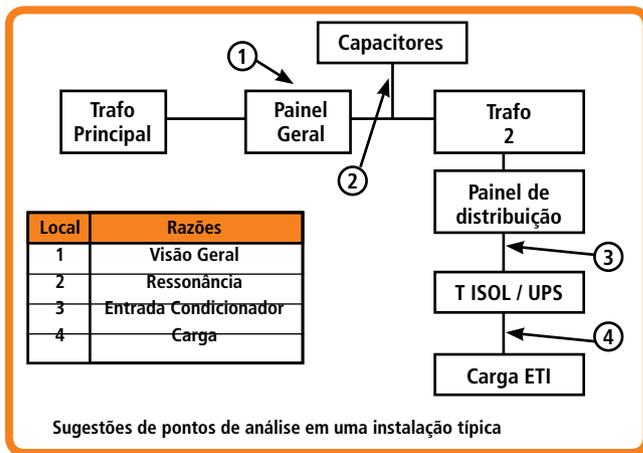


Outros Fenômenos:

- Variação de frequência: < 10s balanço entre geração e carga. Operação de grandes blocos de carga ou saída de geradores. Incomum em sistemas interligados
- Flutuação de tensão: <25 Hz; intermitente; 0,1 a 7% cargas com variação de corrente, especialmente de componente reativa flicker.



A curva ITIC definida pelo IEEE define como os fenômenos podem ser tolerados pelas fontes das cargas de tecnologia de informação.





### Classificação dos fenômenos eletromagnéticos-visão geral

