

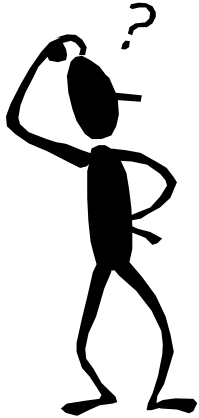
# Cavas de tensão: Origem, consequências e soluções

Victor Fernão Pires

ATEC

24 de Maio, 2016, Palmela

# O que é a Qualidade de Energia Eléctrica ?



Quaisquer variações na tensão, corrente, ou frequência que resultam em falha, avaria ou mau funcionamento do equipamento do consumidor

# Razões para a preocupação quanto à Qualidade de Energia Eléctrica

- os equipamentos dos consumidores tornaram-se mais sensíveis aos problemas de qualidade de energia uma vez que que na generalidade estes passaram a ser controlados por microprocessadores
- complexidade do sistema industrial (o arranque de uma linha de produção tem um custo muito elevado)
- complexa interligação dos sistemas
- contínuo desenvolvimento do equipamento de alta performance: estes equipamentos são normalmente mais sensíveis aos distúrbios da energia

**A Qualidade de Energia Eléctrica pode ter um impacto directo económico**



# Porque que é que a qualidade de energia eléctrica tornou-se importante?

- nos EUA perdem-se \$50 biliões por ano como resultado de problemas da qualidade de energia eléctrica (dados do EPRI, 2000)
- Uma companhia de manufacturing situada em Silicon Valley perdeu mais de \$3 milhões num único dia quando no verão de 1999 existiu um apagão (dados do New York Times, Janeiro de 2000)

<b>Indústria</b>	<b>Perdas por ocorrência de cavas de tensão</b>
Manufaturação de Papel	\$30,000
Indústria Química	\$50,000
Indústria Automóvel	\$75,000
Equipamento manufaturação	\$100,000
Processamento de cartões crédito	\$250,000
Indústria de semicondutores	\$2.5 milhões

# Tipos de Variações (segundo a norma 1159-1995 do IEEE)

- Distúrbios:

Variações Temporárias de mais do que 0.1 pu da forma de onda das tensões ou correntes

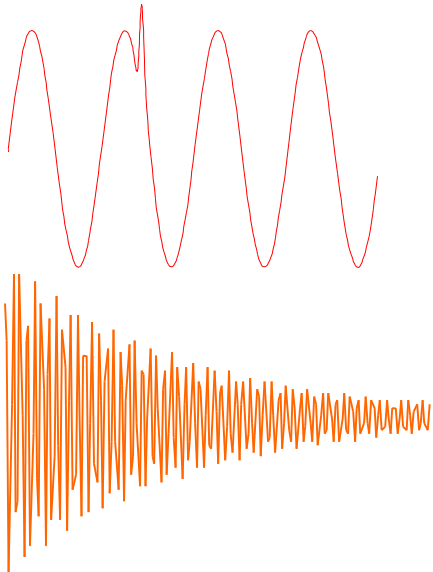
- Variações em regime permanente:

Pequenas variações em regime permanente do valor eficaz da tensão ou da frequência fundamental.



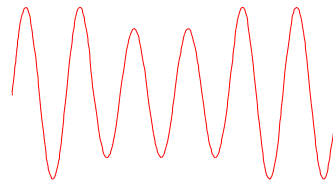
# Tipos de Variações – Distúrbios

## Transitórios:

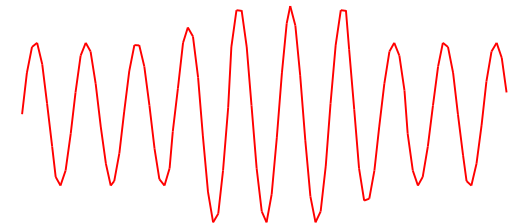


## Variações de Pequena Duração:

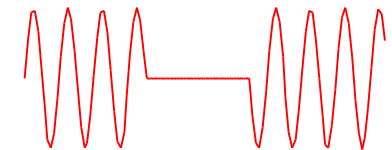
### Quedas de Tensão (Voltage Sags):



### Sobretensão Transitória (Voltage Swells):



### Interrupções da Tensão:



## Variações de Longa Duração:

### Subtensão:



### Sobretensão:



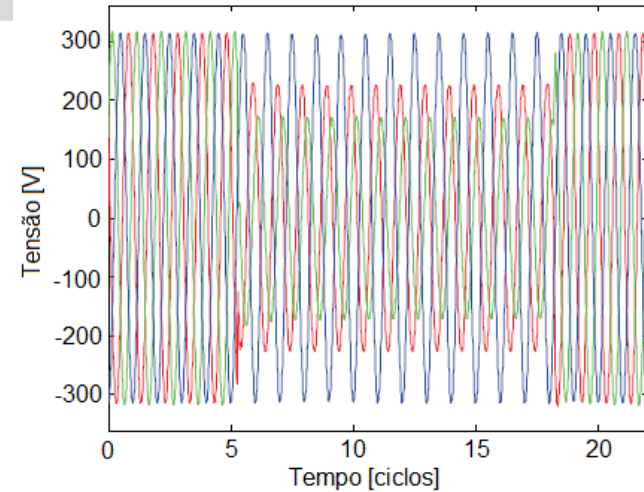
### Interrupção Temporária:



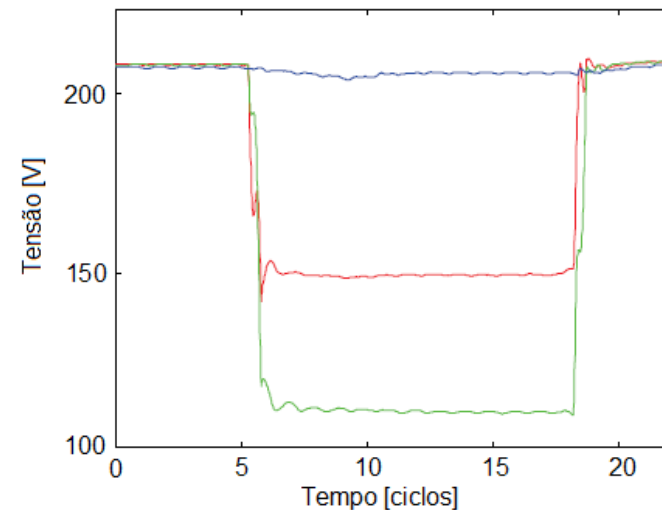
# Cavas de Tensão

A cava de tensão é caracterizada por:

- Amplitude [%]
- Tempo de duração [ciclos ou segundos]
- Ângulo de deslocamento [°]
- Ponto na onda onde começa a cava [°]



## Formas de onda das tensões



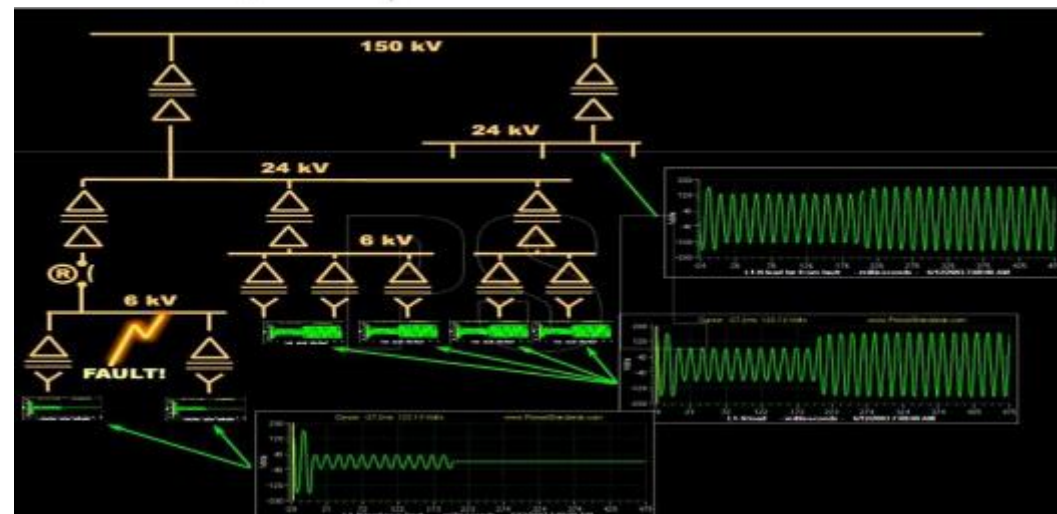
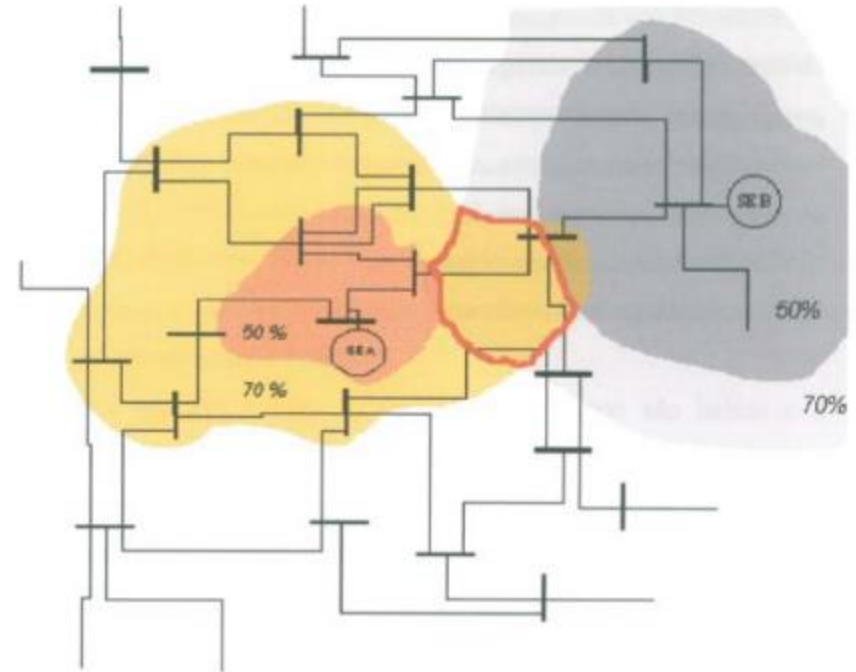
## Valor eficaz das tensões



# Origem das Cavas

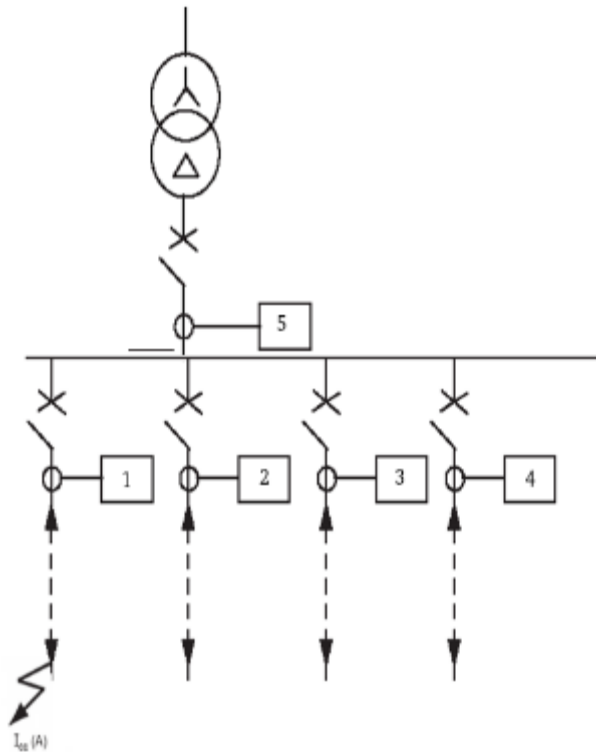
## Na rede elétrica

- Curto-circuitos nas linhas de transmissão
- Curto-circuitos no equipamento
- Ligação de grandes cargas
- Falhas dos equipamentos

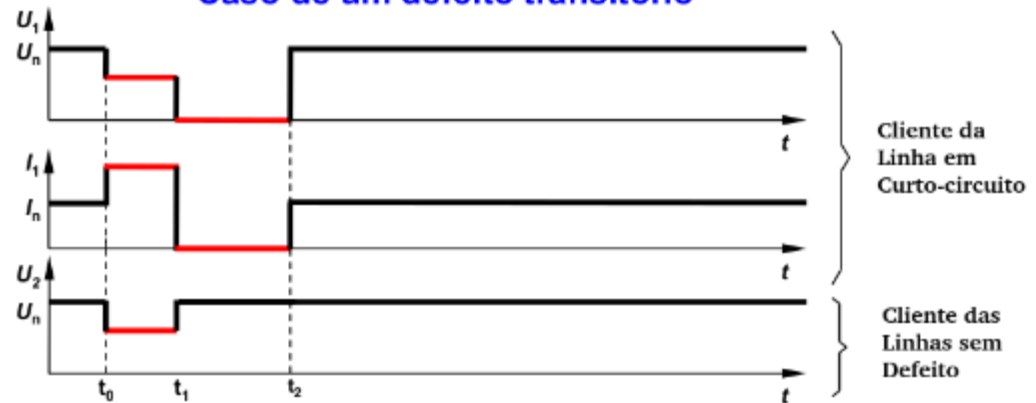


# Origem das Cavas

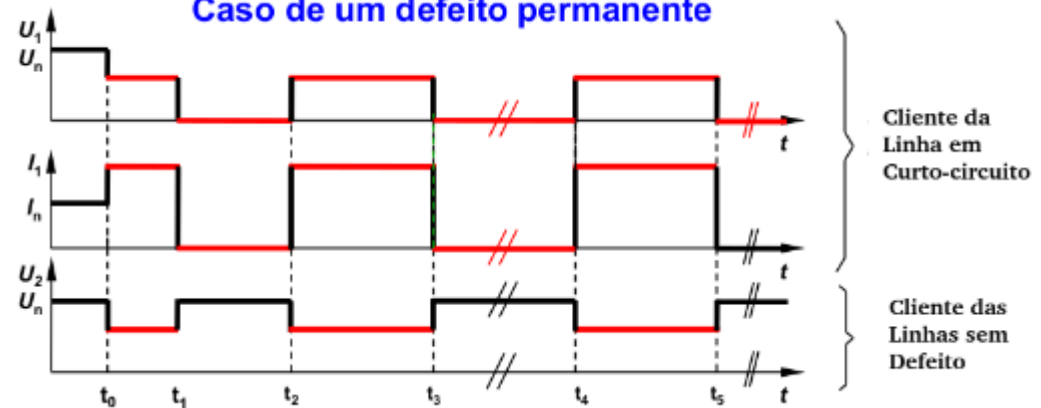
## Na rede elétrica



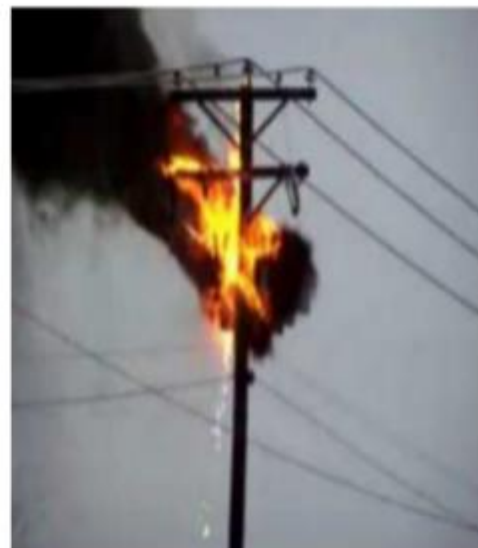
### Caso de um defeito transitório



### Caso de um defeito permanente



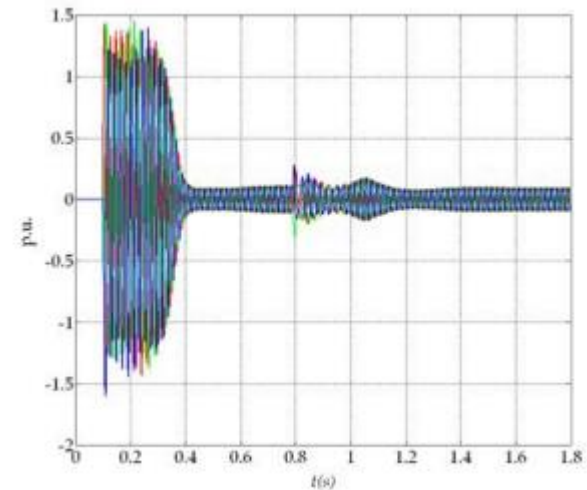
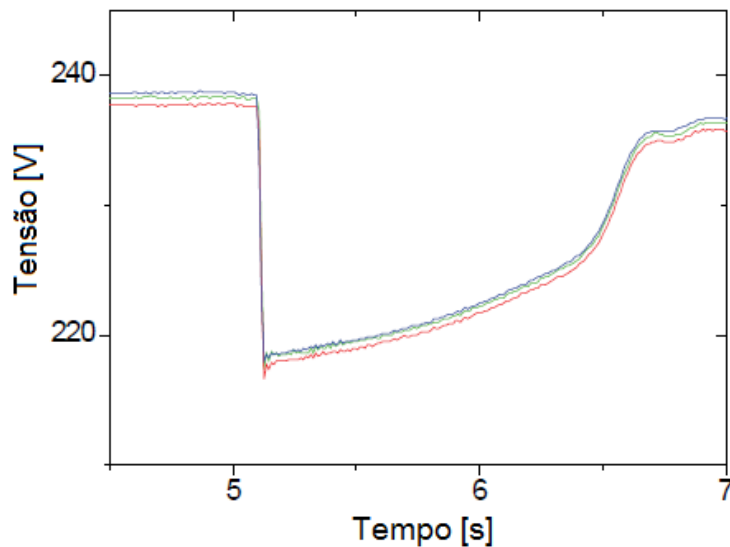
# Origem das Cavas



## Arranque de um motor

Um motor assíncrono absorve no arranque entre 3 a 6 In. A amplitude da cava depende de:

- Característica do motor de indução
- Característica do ponto de ligação onde o motor é ligado

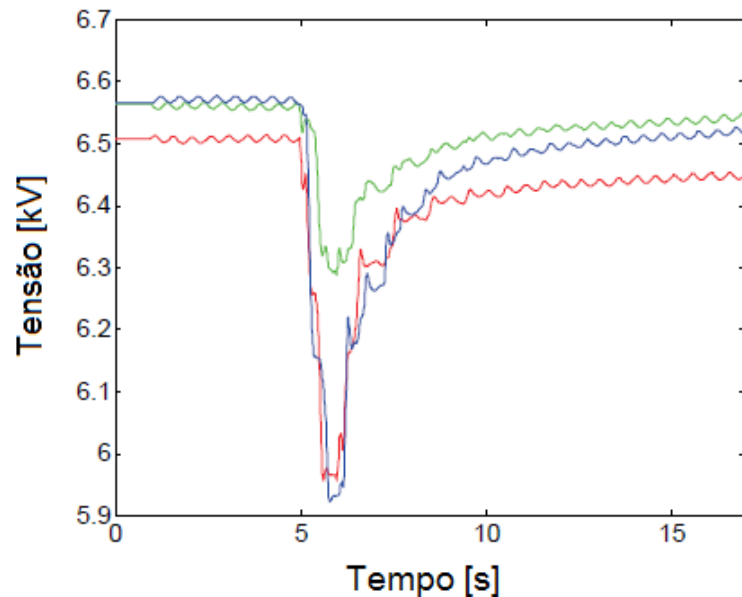




# Origem das Cavas

## Ligação de um transformador

Quando se liga um grande transformador, a corrente necessária para o magnetizar é muito elevada, podendo deste modo dar origem a uma cava de tensão



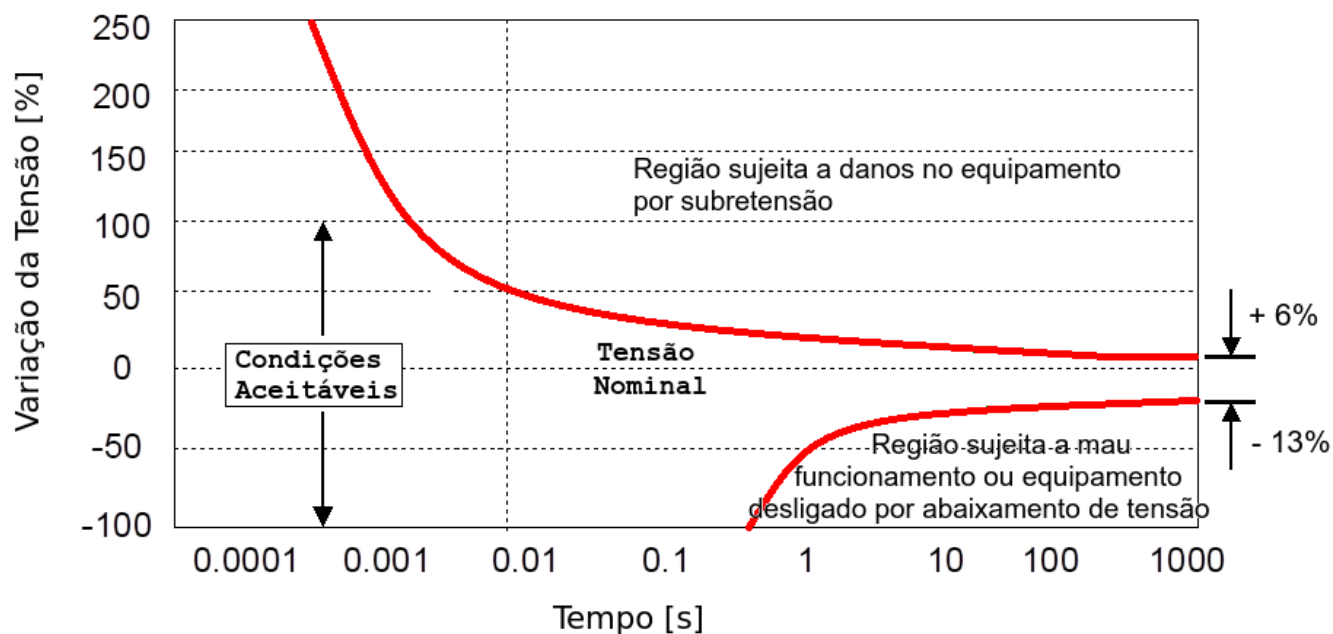
# Consequências das cavas

- **Autómatos ou Controladores Lógicos Programáveis (PLC)**  
Poderão apresentar disfunções, que causam interrupção de parte ou de todo o processo industrial.
- **Variadores de Velocidade**  
Poderá causar variação do binário da máquina, diminuição da velocidade (dependendo da inércia e do binário da carga) e também atuação dos equipamentos de proteção.
- **Contatores e Relés Auxiliares**  
As bobinas dos contatores poderão desatracar, abrindo os contatos principais e auxiliares causando a paragem e o desligamento de várias cargas e equipamentos.
- **Microprocessadores**  
Poderá ocasionar a perda da programação dos microprocessadores; como consequência, ocorrerá a interrupção dos processos controlados por estes equipamentos.

# Consequências das cavas

## Curva CBEMA (Computer and Business Equipment Manufacturers Association)

estabelece os limites admissíveis, para os quais o equipamento informático e de escritório deve funcionar adequadamente. Esta curva, indicativa, apresenta os limites de tolerância do equipamento para cavas de tensão, interrupções breves e sobretensões

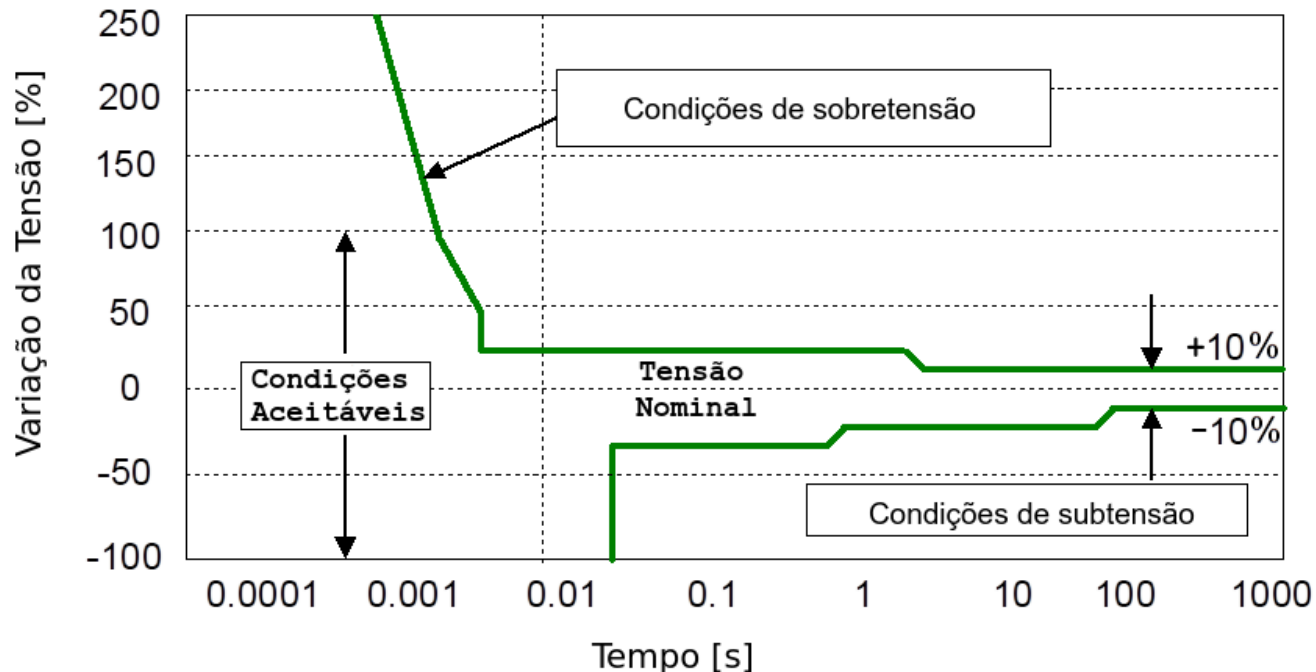




# Consequências das cavas

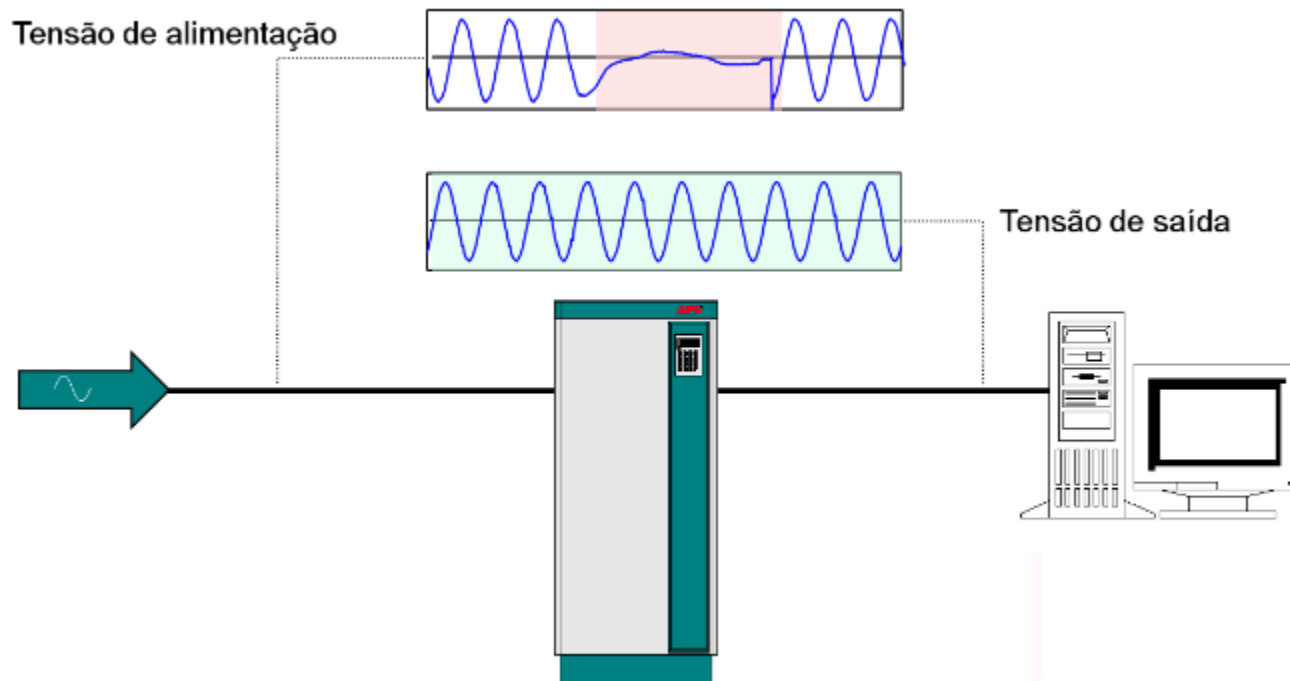
## Curva CBEMA modificada; Actual ITIC/IEEE 1100

A curva CBEMA foi revista em 1996, surgindo uma nova versão conhecida como CBEMA 96 ou curva ITIC. Posteriormente, em 2000, também esta curva foi revista.

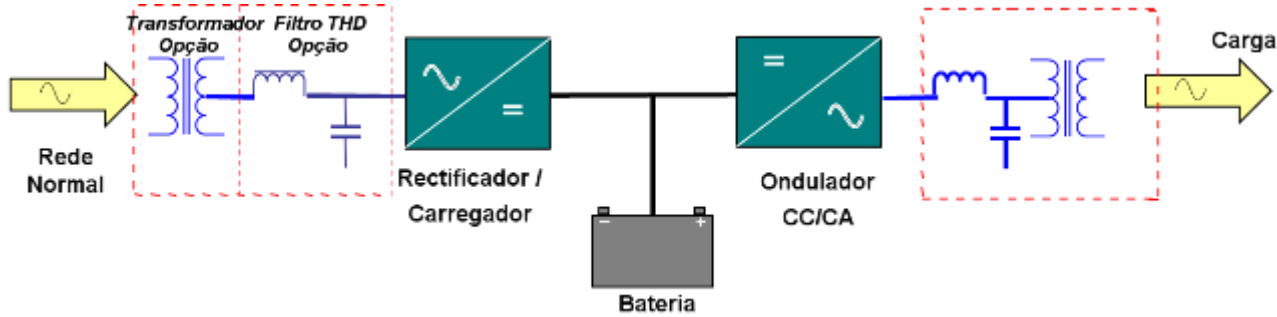


## UPS (Unidade de Alimentação Ininterrupta) Estática

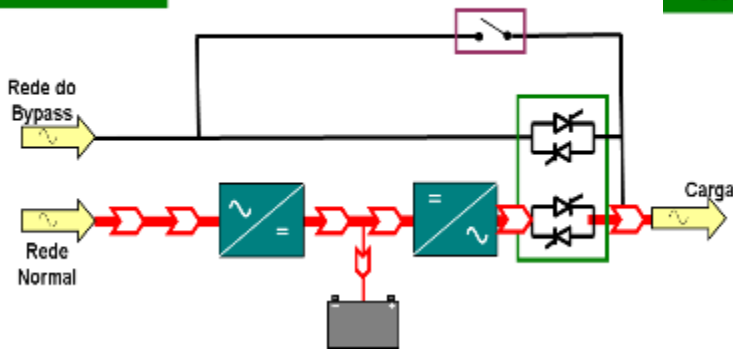
A UPS está constantemente a regular a tensão de saída sem qualquer interrupção ou variação



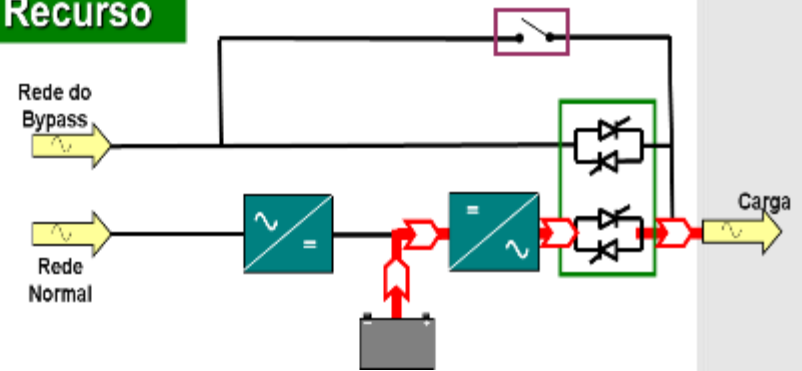
## UPS (Unidade de Alimentação Ininterrupta) Estática



### Modo Normal

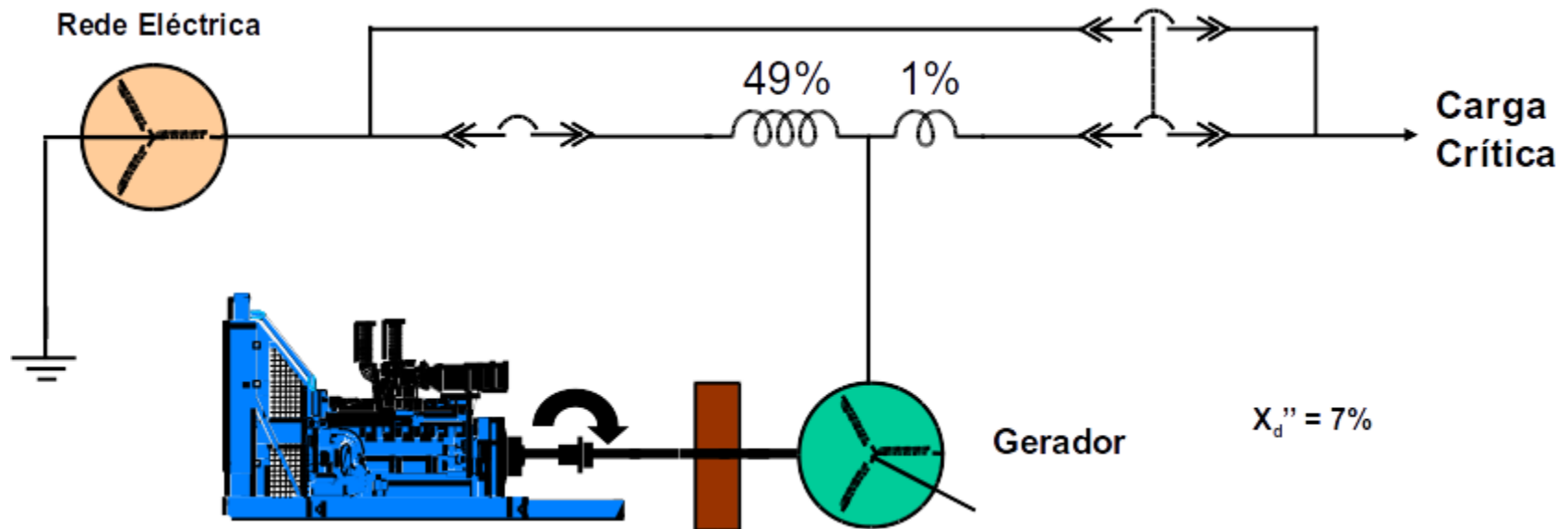


### Modo de Recurso



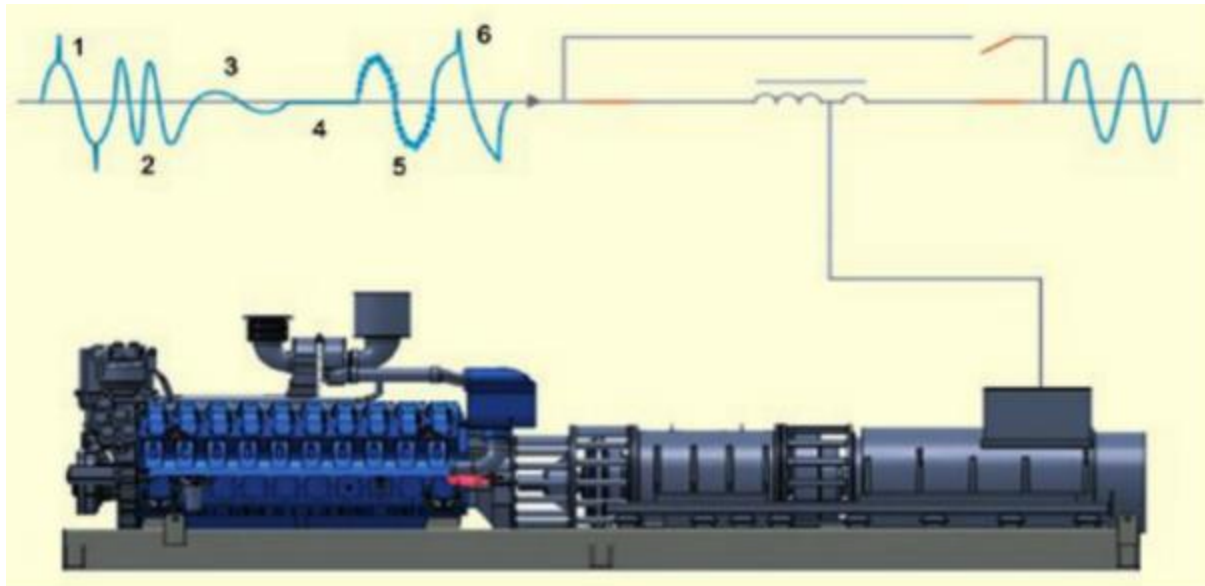
## UPS Dinâmica

Tecnologia que se baseia no armazenamento de energia num volante de inércia



## UPS Dinâmica

Tecnologia que se baseia no armazenamento de energia num volante de inércia



1 - Picos

2 - Desvios de Frequência

3 - Cavas de Tensão

4 - Interrupções

5 - Harmónicas

6 Transitórios