



UFPR



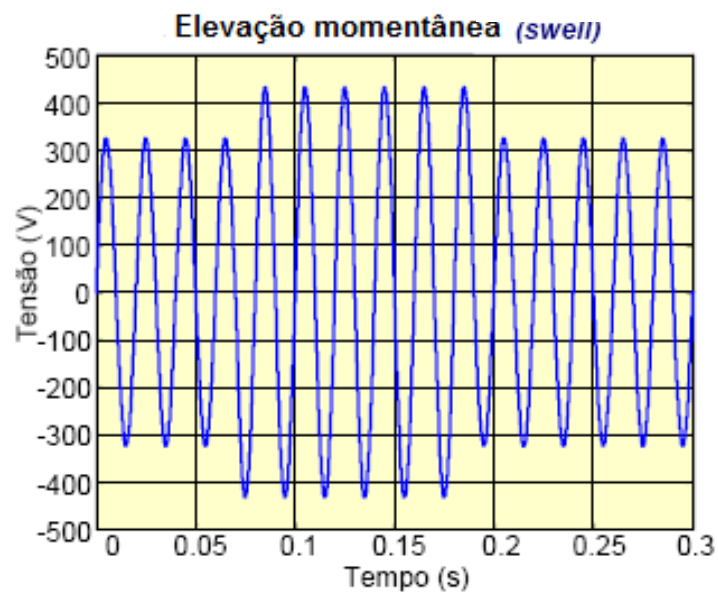
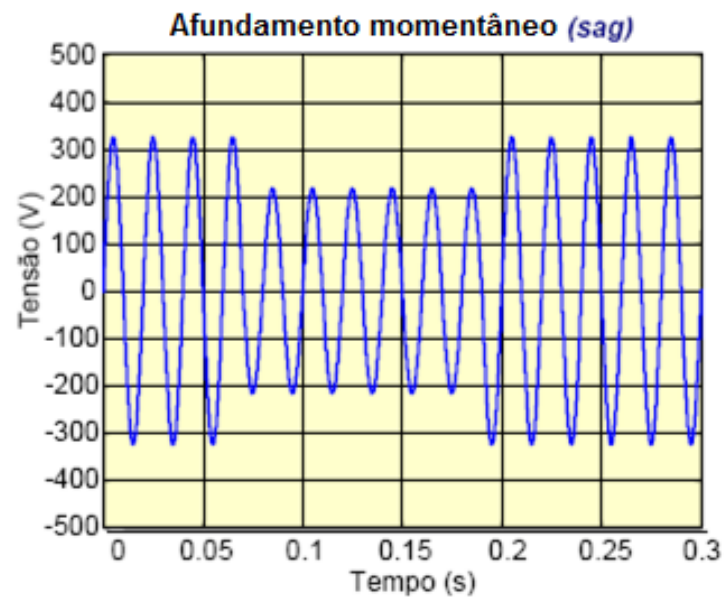
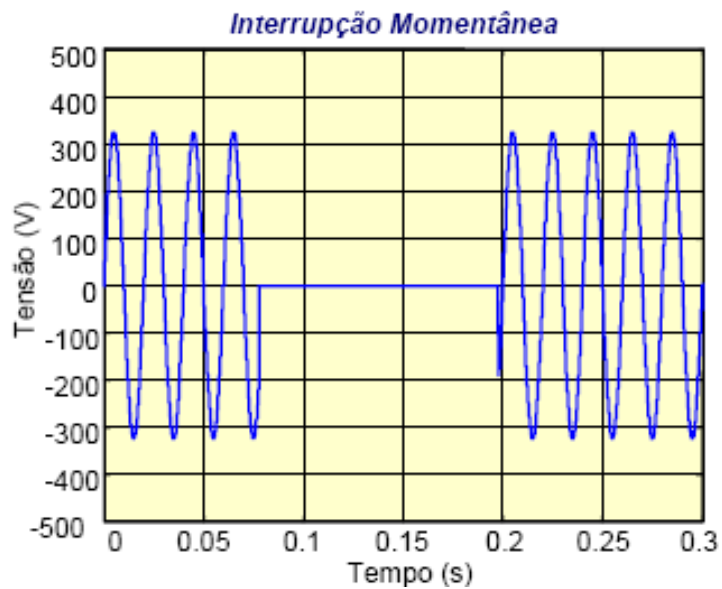
TE 991
Tópicos Especiais em
Qualidade de
Energia Elétrica

Cap. 3 – VTCD

Prof. Mateus Duarte
Teixeira

1. Definição

“As variações de tensão de curta duração – VTCDs são desvios significativos no valor eficaz da tensão em intervalos de tempo inferior a 3 minutos”



1. Definição

- São os fenômenos que mais contribuem para a perda de qualidade da energia.
- As Variações de Tensão de Curta Duração - VTCD's, têm mobilizados esforços de pesquisadores de todo o mundo na busca de soluções tanto para suas causas quanto para os efeitos sobre o sistema.
- São causadas por condições de faltas, energização de grandes cargas que requerem altas correntes de partida, ou a perda intermitente de conexões nos cabos do sistema.
- No Brasil, o PRODIST e o Submódulo 2.8 dos PRB, definem as Variações de Tensão de Curta Duração (VTCD), englobando os fenômenos de Elevação de Tensão, Afundamento e Interrupção

1. Definição

- A amplitude dos VTCD's é definida pelo valor extremo do valor eficaz (média quadrática) da tensão em relação à tensão de referência do sistema no ponto considerado..
- A duração dos VTCDs é definida pelo intervalo de tempo decorrido entre o instante em que o valor eficaz da tensão, ultrapassa determinado limite e o instante em que a mesma volta a cruzar esse limite.
- As variações de curta duração são classificadas em elevação de tensão, afundamento de tensão, e interrupção de curta duração.

Tabela 7 - Classificação das Variações de Tensão de Curta Duração

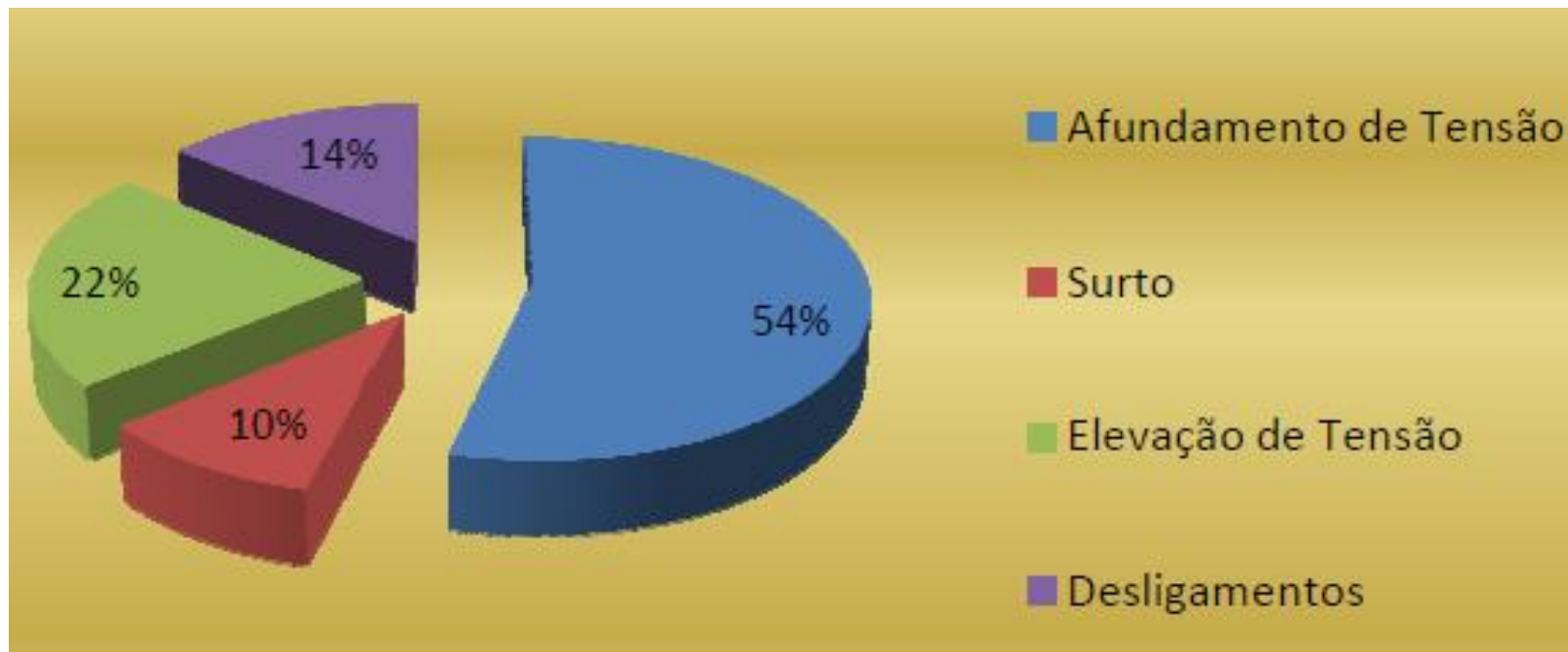
Classificação	Denominação	Duração da Variação	Amplitude da tensão (valor eficaz) em relação à tensão de referência
Variação Momentânea de Tensão	Interrupção Momentânea de Tensão	Inferior ou igual a três segundos	Inferior a 0,1 p.u
	Afundamento Momentâneo de Tensão	Superior ou igual a um ciclo e inferior ou igual a três segundos	Superior ou igual a 0,1 e inferior a 0,9 p.u
	Elevação Momentânea de Tensão	Superior ou igual a um ciclo e inferior ou igual a três segundos	Superior a 1,1 p.u
Variação Temporária de Tensão	Interrupção Temporária de Tensão	Superior a três segundos e inferior a três minutos	Inferior a 0,1 p.u
	Afundamento Temporário de Tensão	Superior a três segundos e inferior a três minutos	Superior ou igual a 0,1 e inferior a 0,9 p.u
	Elevação Temporária de Tensão	Superior a três segundos e inferior a três minutos	Superior a 1,1 p.u

2. Consequências das VTCDs

- Aumento das reclamações dos consumidores;
- Mal funcionamento/desligamento de cargas sensíveis em todos os segmentos de consumo (residencial, comercial e industrial);
- Parada de processos e impactos econômicos;
- Comprometimento da segurança de instalações e população.

2. Consequências das VTCDs

Composição do prejuízo industrial



2. Consequências das VTCDs

Tabela 4: Registros das interrupções de produção por VTCD

Mês/ano	Desligamentos	VTCD
mar/07	16	12
abr/07	14	12
mai/07	14	13
jun/07	13	11
jul/07	15	14
ago/07	17	17
set/07	17	16
out/07	18	16
nov/07	19	16
dez/07	18	16
jan/08	18	15
fev/08	16	13
Total	195	171

- Industria na área de concessão CEMIG (2011)
- A capacidade de produção da planta é de 20 toneladas por hora, (0,33 ton/min.), e o tempo médio de interrupção de produção por parada foi considerado de 15 minutos.
- Prejuízo por interrupção de R\$4.967,18.
- Prejuízo de R\$849.387,78 somente com a parada de produção.

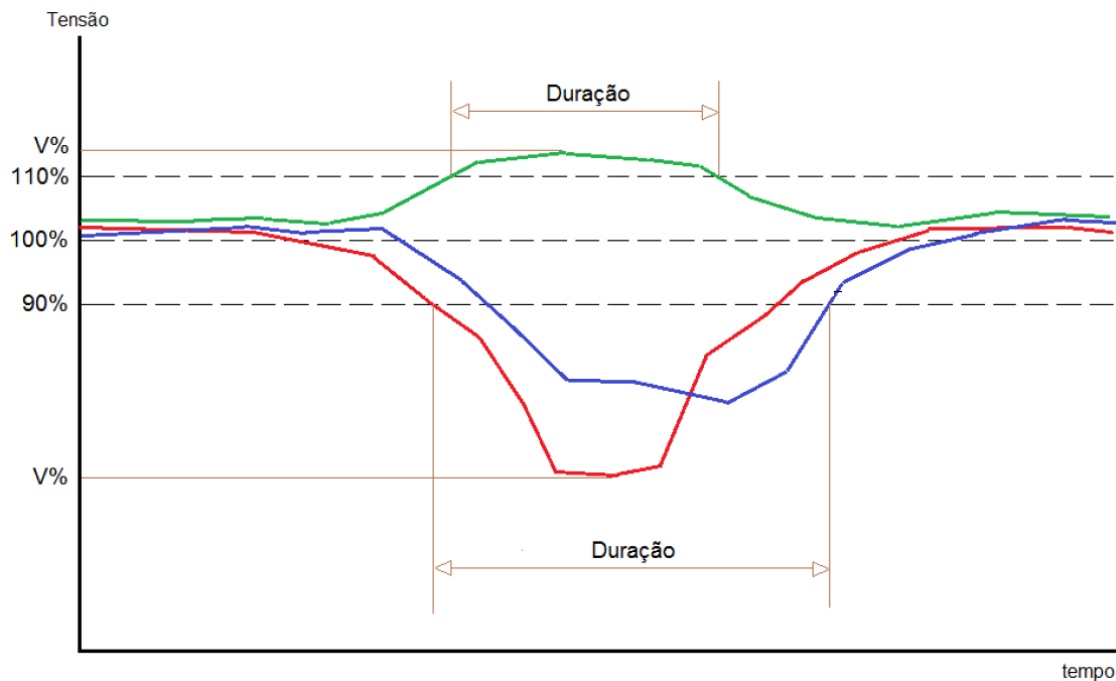
2. Consequências das VTCDs

Custo horário da parada de produção por tipo de processo industrial



3. Magnitude e Duração

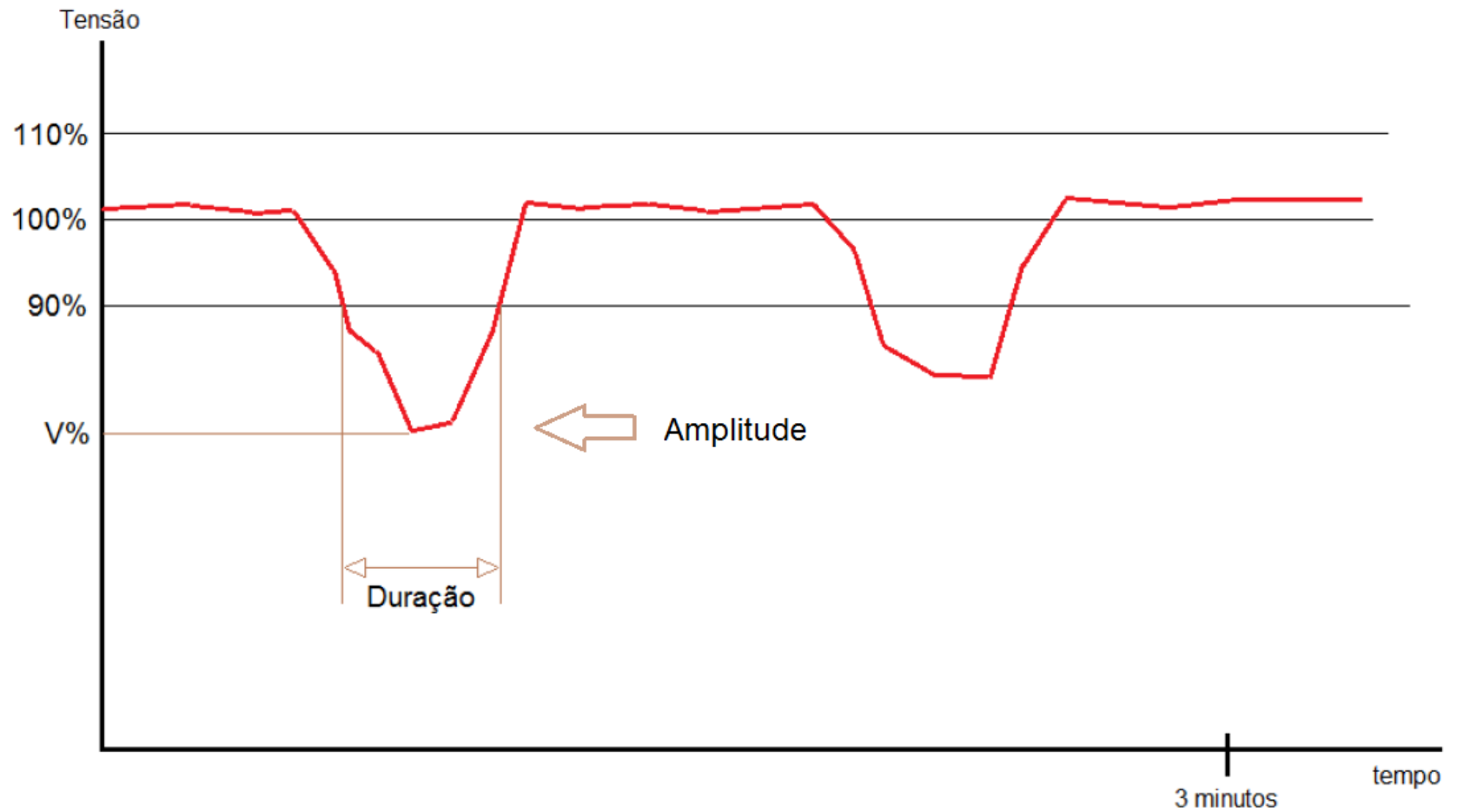
- Variações de Tensão de Curta Duração são fenômenos definidos por:
 - desvios da amplitude do valor eficaz da tensão
 - duração inferior ou igual a três minutos



3. Magnitude e Duração

- Tensão de referência
 - Valor nominal ou valor contratado no ponto de avaliação
- Amplitude
 - Nível extremo do valor eficaz da tensão em relação à referência
- Duração
 - Intervalo de tempo decorrido entre os instantes em que a tensão cruza os limites definidos para o fenômeno

3. Magnitude e Duração



3. Elevação de Tensão (Momentâneo ou temporário)

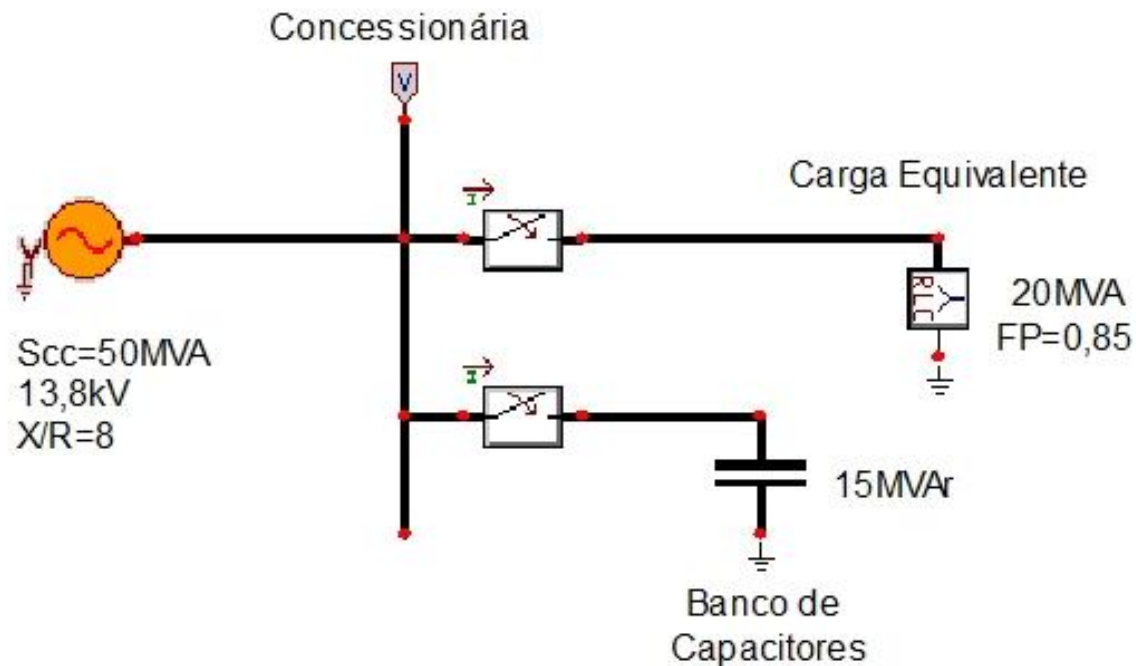
- Também conhecido como Voltage Swell são distúrbios que podem ser caracterizados por um aumento da tensão eficaz do sistema (entre 10-80% da tensão, na frequência da rede, com duração de meio ciclo a 3 min) ocorrendo frequentemente nas fases sãs de um circuito trifásico, quando da ocorrência de um curto-circuito em uma única fase.
- A severidade deste distúrbio durante uma condição de falta é uma função da localização da falta, impedância do sistema e do aterramento.

3. Elevação de Tensão (Momentâneo ou temporário)

- A duração da elevação também está intimamente ligada aos ajustes dos dispositivos de proteção, à natureza da falta (permanente ou temporária) e à sua localização na rede elétrica, ou para o caso das elevações oriundas de saídas de grandes cargas ou energização de grandes bancos de capacitores, o tempo de duração dependerá do tempo de resposta dos dispositivos reguladores de tensão

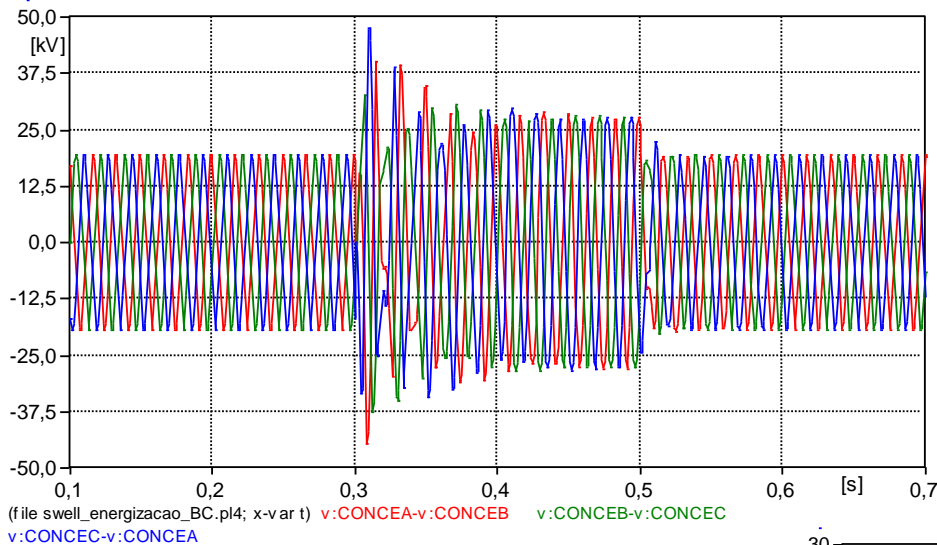
3. Elevação de Tensão (Momentâneo ou temporário)

Banco de capacitores energizado 200 ms antes da conexão da carga ao barramento

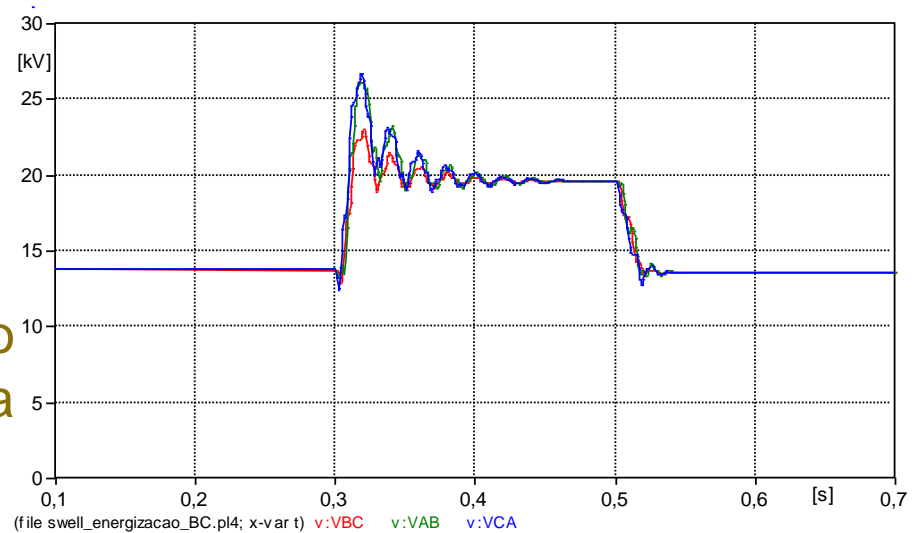


3. Elevação de Tensão (Momentâneo ou temporário)

tensões fase-fase no barramento da concessionária



tensões fase-fase no barramento da concessionária



3. Elevação de Tensão (Momentâneo ou temporário)

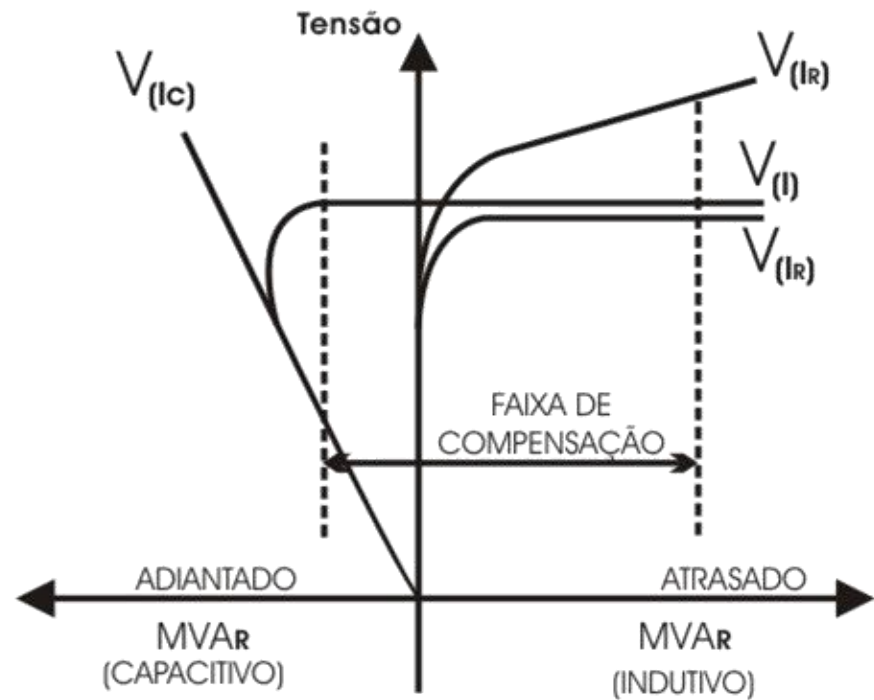
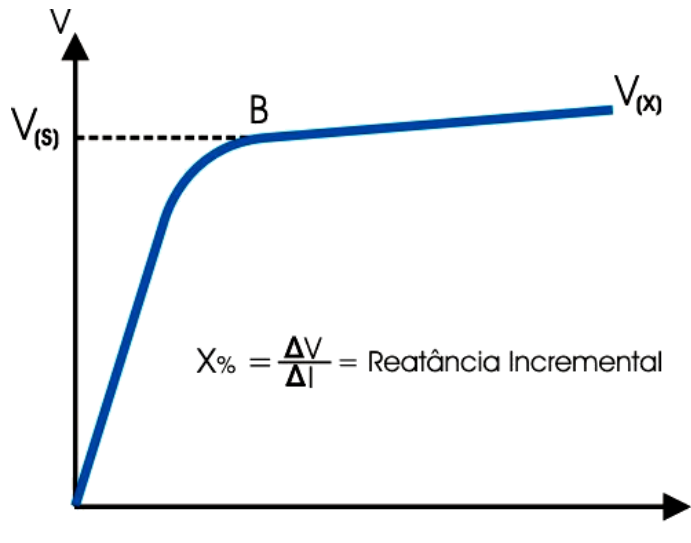
- Como consequência das elevações de curta duração, pode-se citar falhas dos componentes, dependendo da frequência de ocorrência do distúrbio..
- Transformadores, cabos, barramentos, dispositivos de chaveamento, TP's, TC's e máquinas rotativas podem ter a vida útil reduzida. Um aumento de curta duração na tensão em alguns relés pode resultar em má operação enquanto outros podem não ser afetados.

3. Elevação de Tensão *(Momentâneo ou temporário)*

- Uma elevação de tensão em um banco de capacitores pode, frequentemente, causar danos no equipamento.
- Aparelhos de iluminação podem ter um aumento da luminosidade durante uma elevação.
- Dispositivos de proteção contra surto (clamping circuit) podem queimar quando submetidos a elevações que excedam suas taxas de MCOV (Maximum Continuous Operating Voltage).

3. Elevação de Tensão (Momentâneo ou temporário)

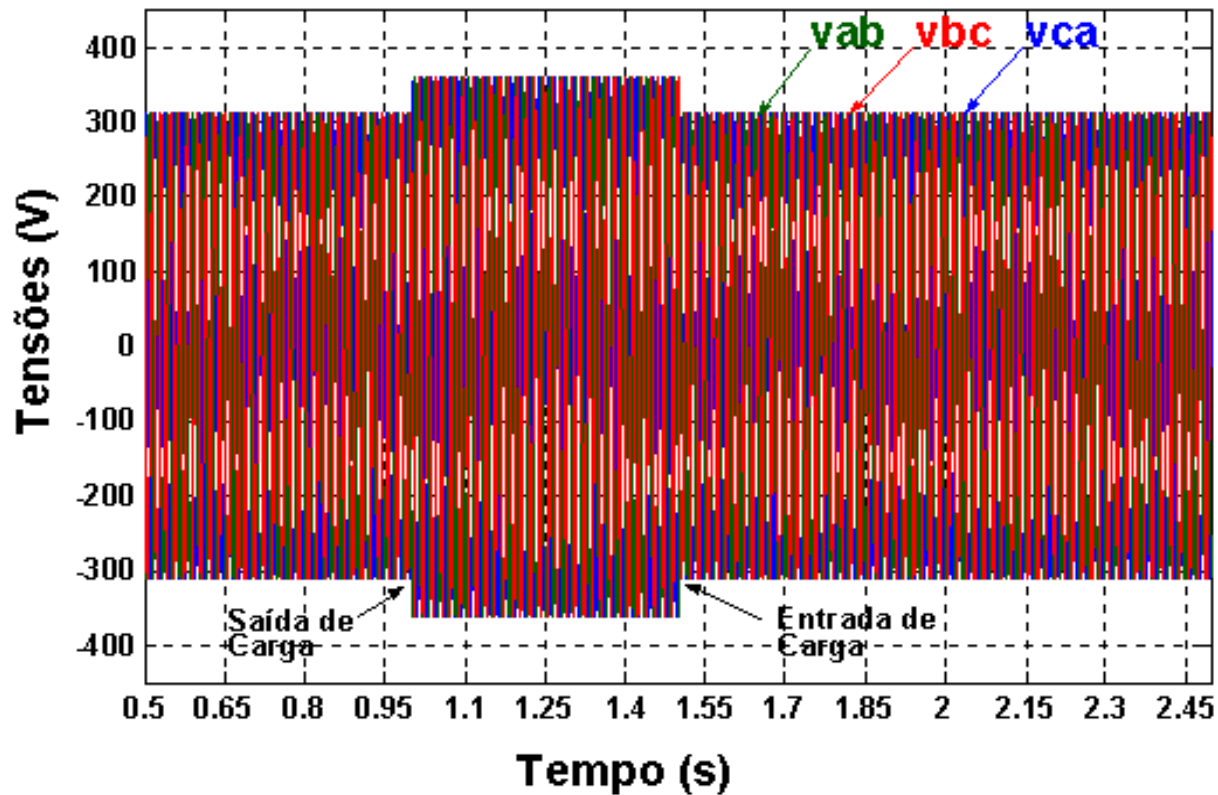
- Compensadores tipo reator a núcleo saturado



3. Elevação de Tensão (Momentâneo ou temporário)

- Compensadores tipo reator a núcleo saturado

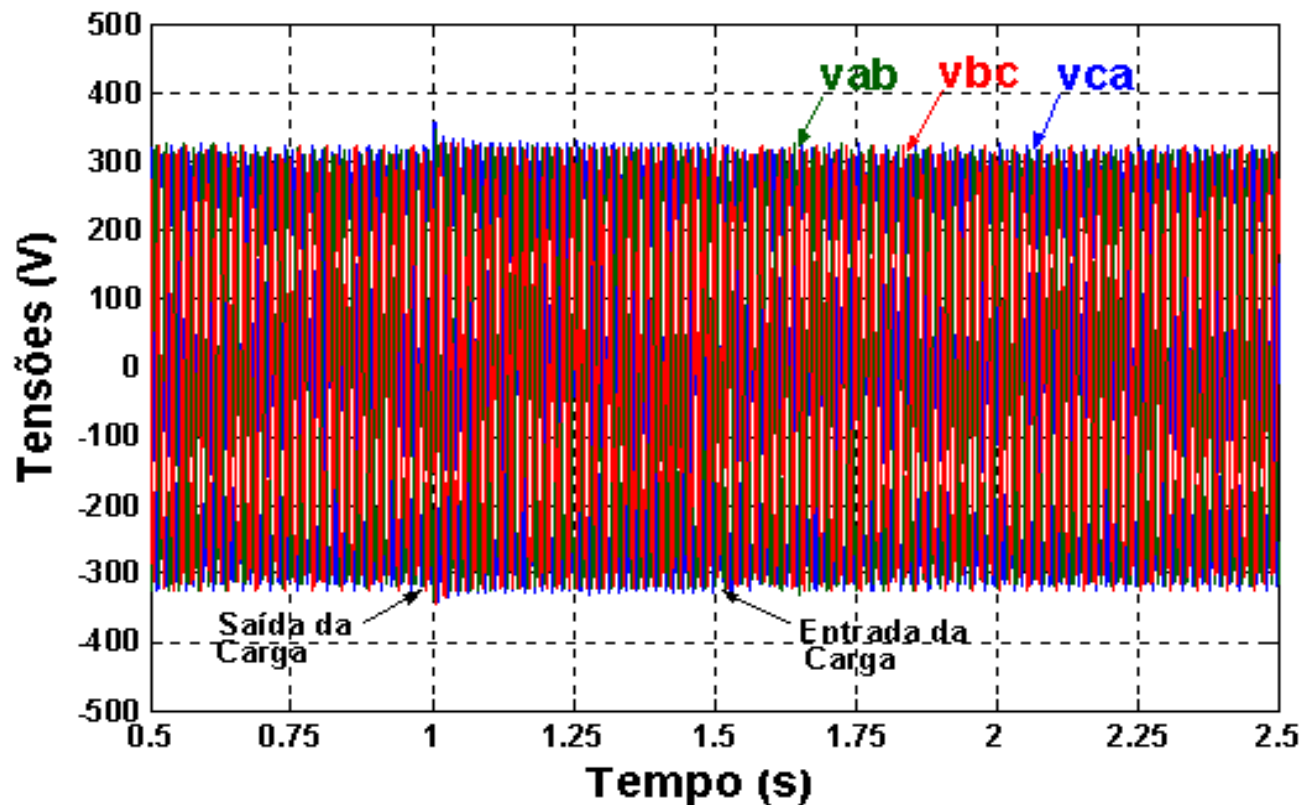
Elevação de Tensão sem a Presença do CERNs



3. Elevação de Tensão (Momentâneo ou temporário)

- Compensadores tipo reator a núcleo saturado

Elevação de Tensão com a Presença do CERNs

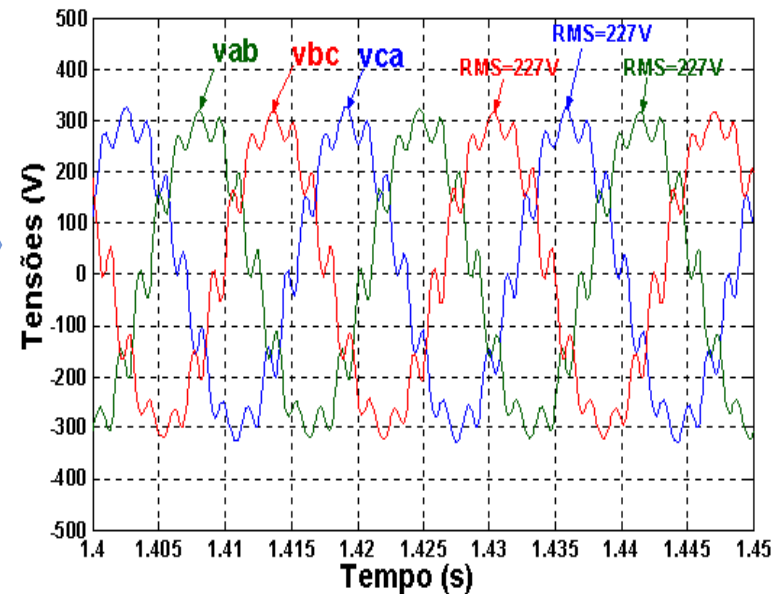
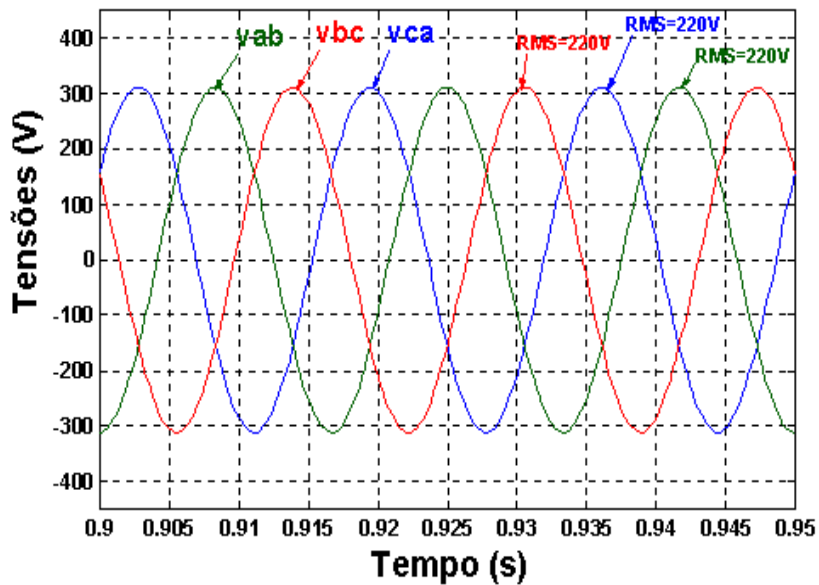


3. Elevação de Tensão (Momentâneo ou temporário)

- Compensadores tipo reator a núcleo saturado

O valor de 220V
(1,0 p.u.)

Ficou no nível de 227V
(1,03 p.u.)



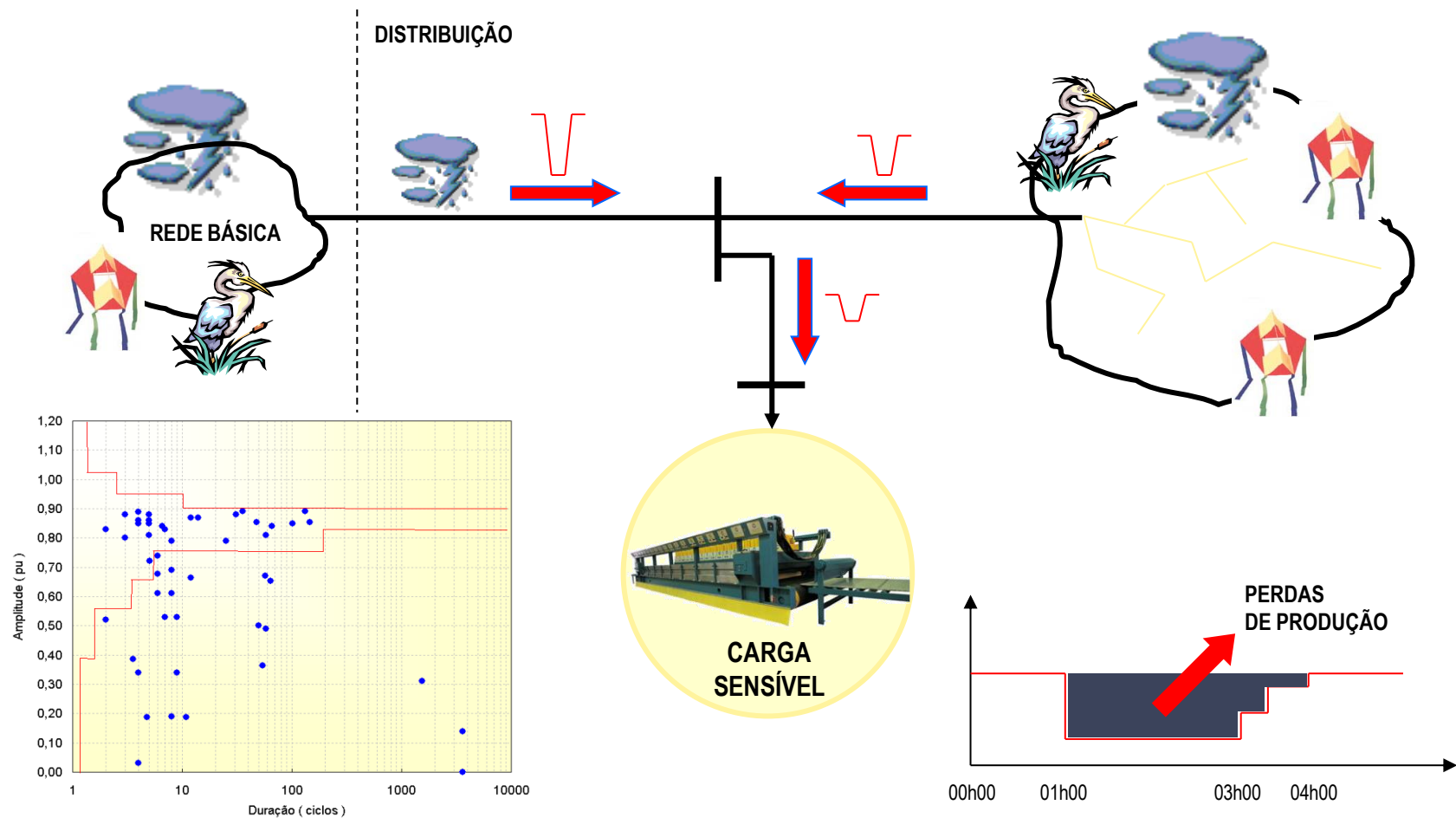
4. Afundamento de Tensão

- Os afundamentos momentâneos de tensão (Voltage Sag ou Voltage Dip), são os distúrbios da Qualidade da Energia mais significativos, por serem o fenômeno mais presentes na operação dos sistemas elétricos.
- Um afundamento de tensão consiste numa redução no valor eficaz da tensão por um curto período de tempo, causada por curtos-circuitos, sobrecargas, energização de transformadores de grande porte ou partidas de grandes motores.

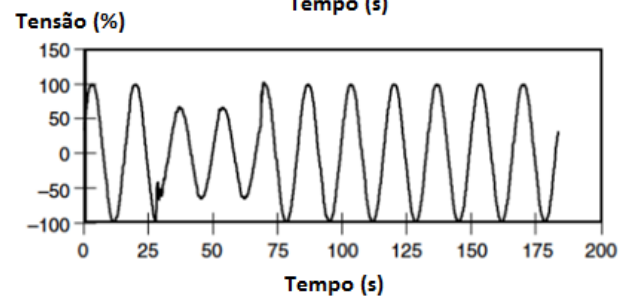
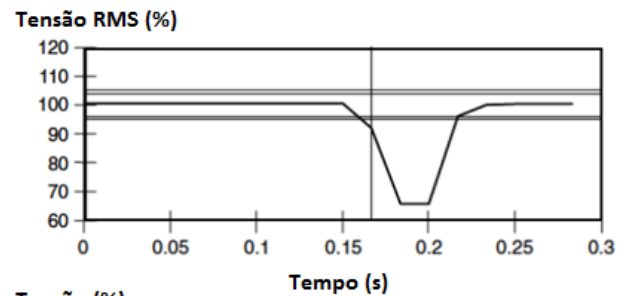
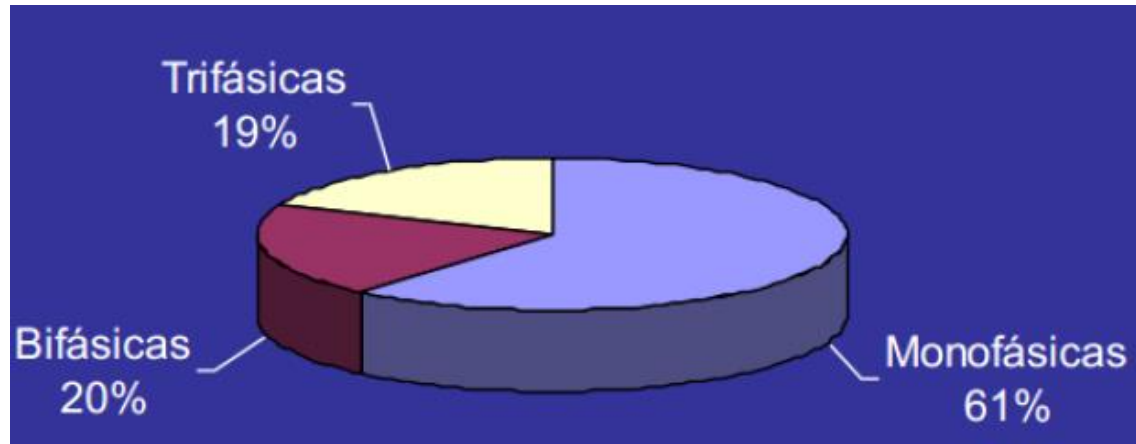
4. Afundamento de Tensão

- O interesse neste fenômeno reside nos problemas que os mesmos podem causar em vários tipos de equipamentos, tais como: ASD'S, CLP's, computadores, etc., cargas estas bastante sensíveis a variações de tensão.
- Alguns componentes falham, quando a tensão decresce para um valor abaixo de 85% por um ou dois ciclos, com eventual comprometimento do processo produtivo.

4. Afundamento de Tensão

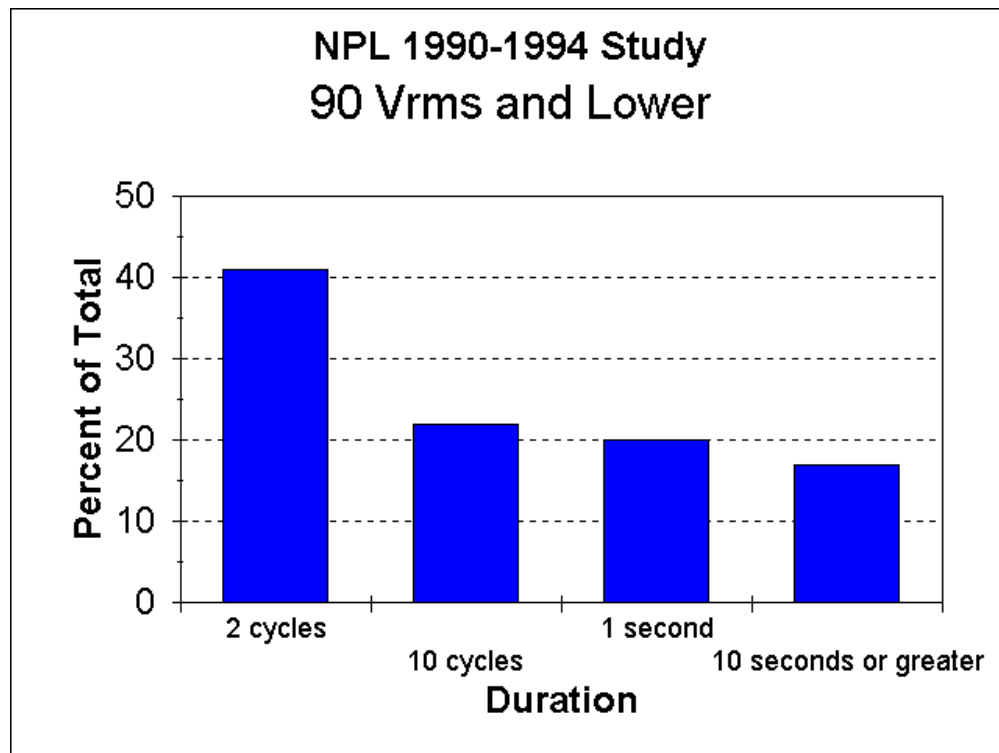


4. Afundamento de Tensão



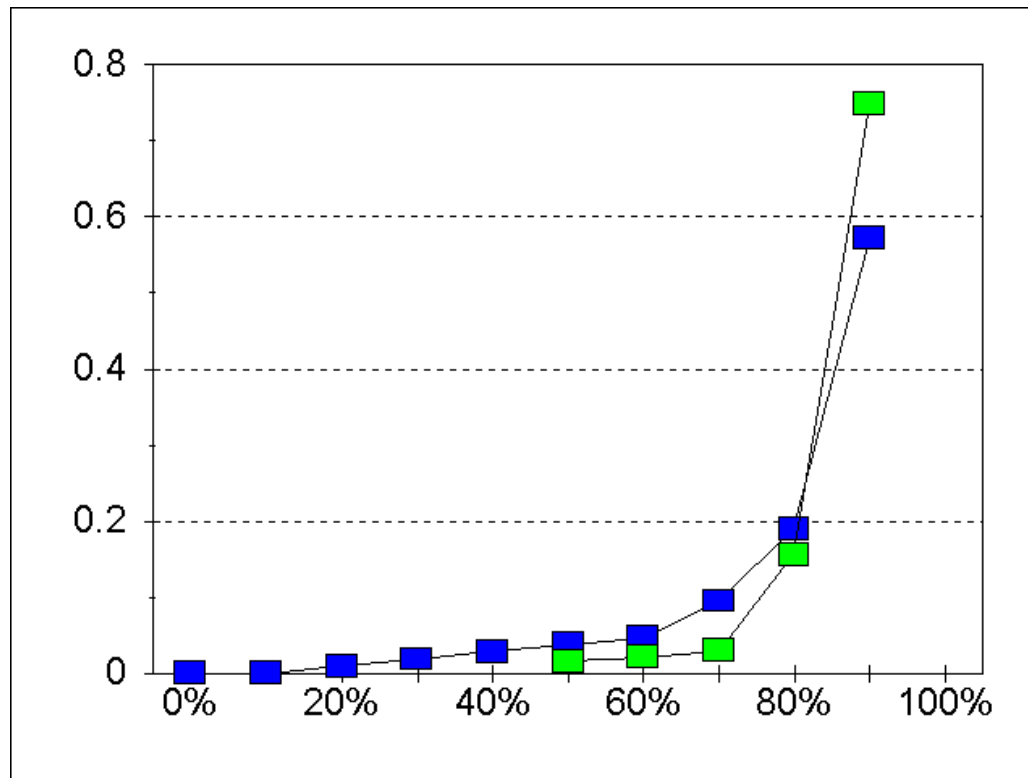
4. Afundamento de Tensão

- Percentual de Durações de afundamentos de tensão

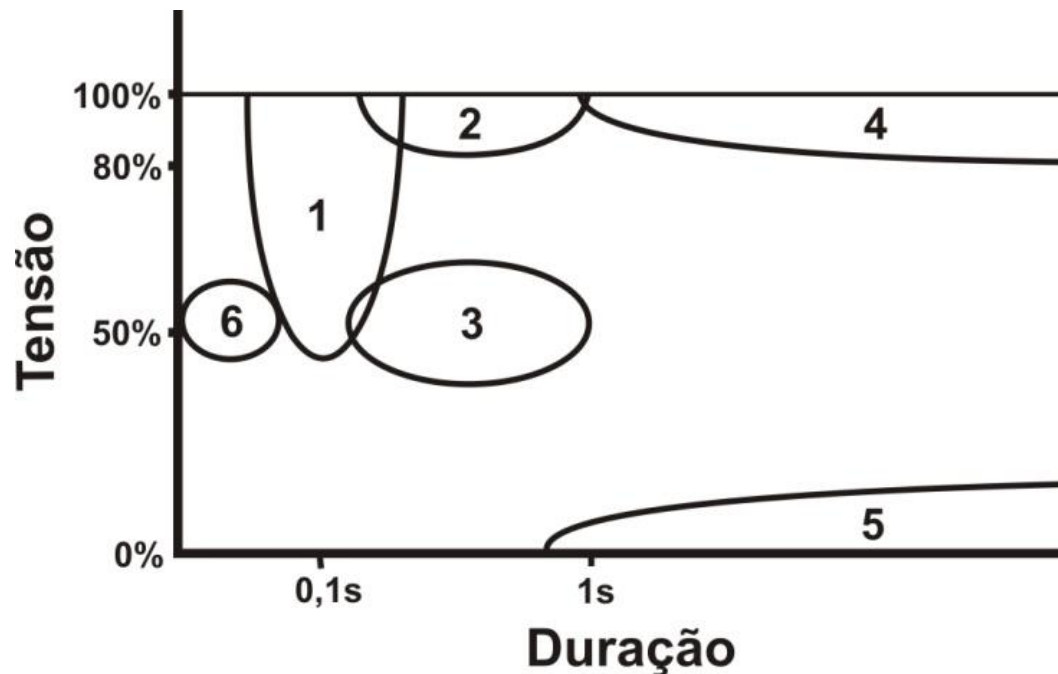


4. Afundamento de Tensão

- Probabilidade da amplitude da tensão remanescente

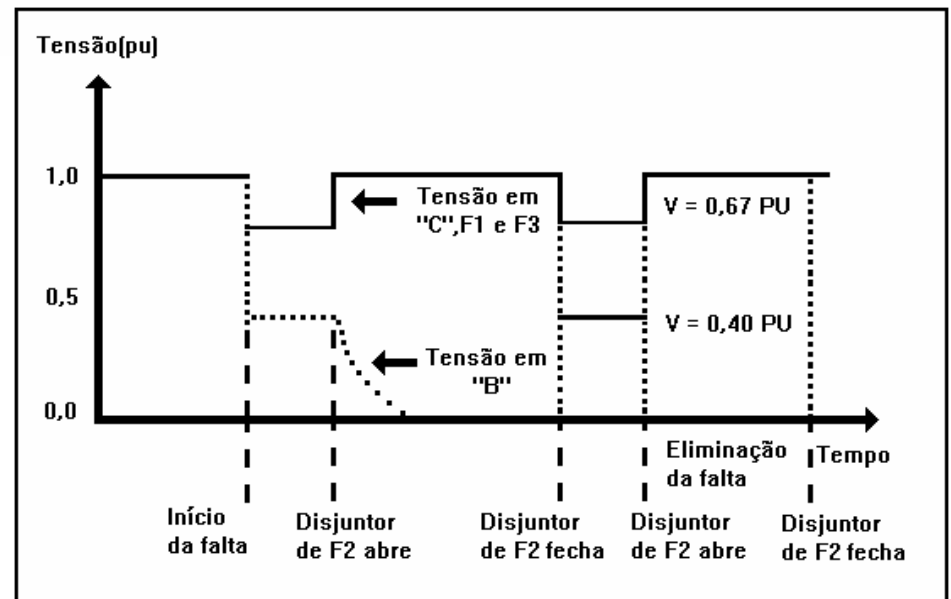
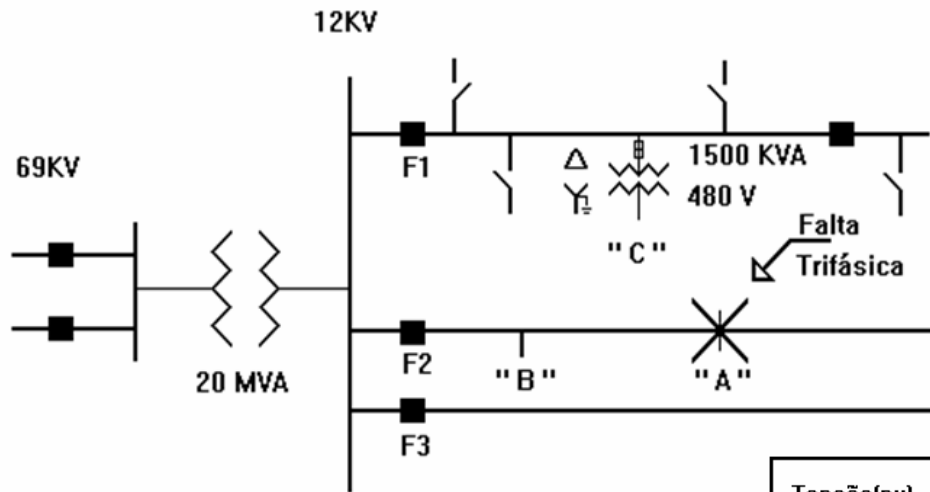


4. Afundamento de Tensão

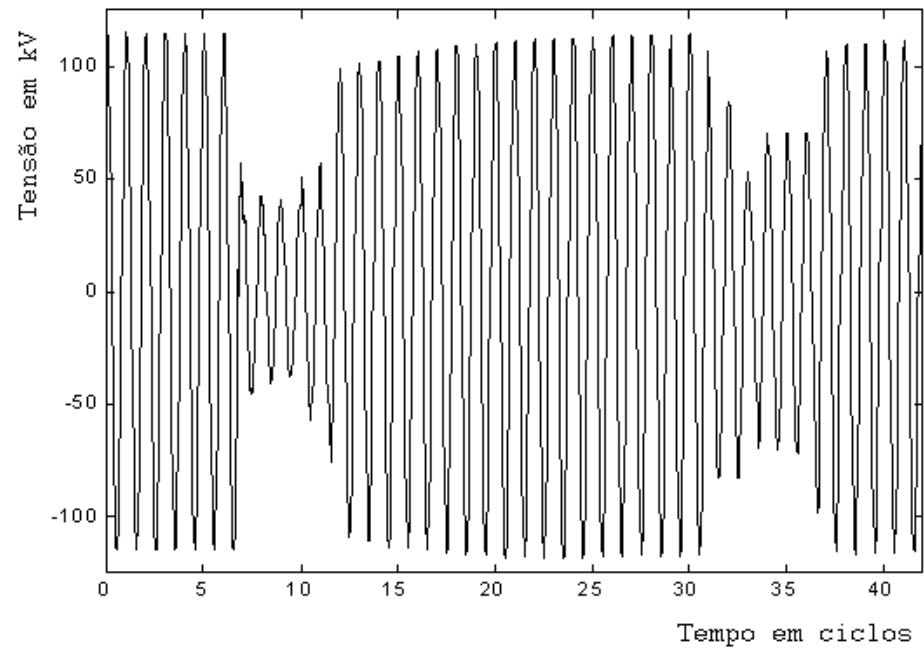
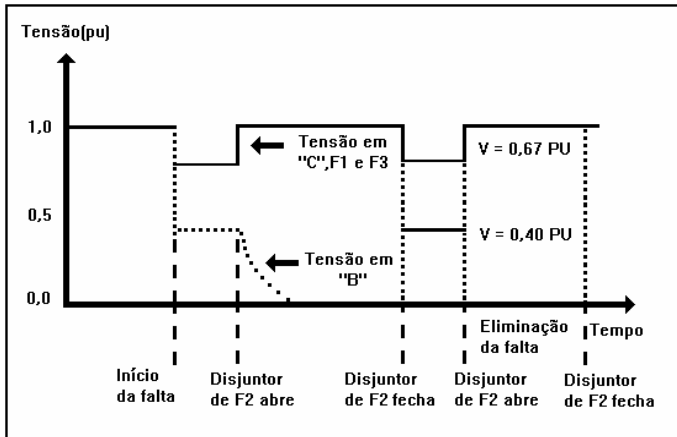


1. Falhas em sistema de transmissão;
2. Falhas em sistemas de distribuição remotos;
3. Falhas em sistemas de distribuição local;
4. Partida de grandes motores;
5. Interrupções curtas;
6. Fusíveis.

4. Afundamento de Tensão

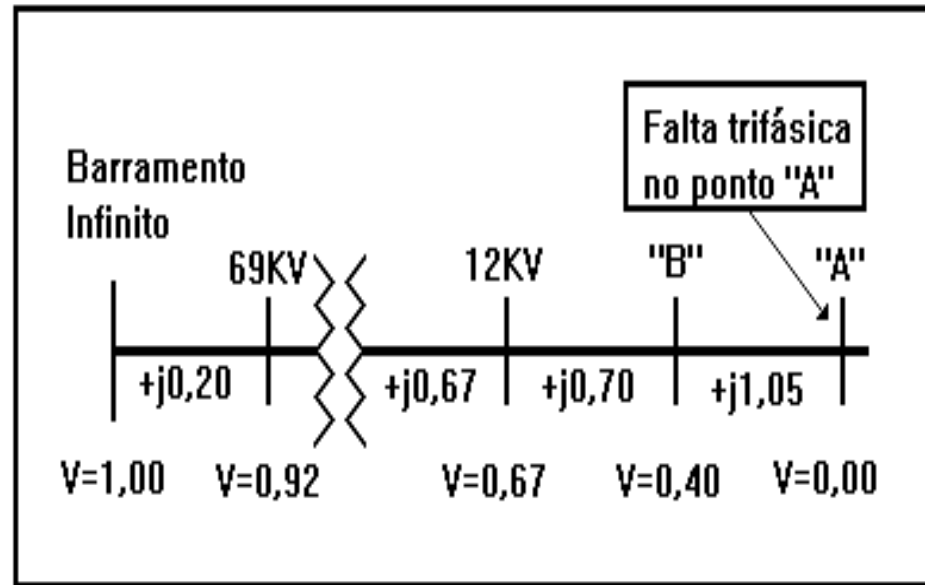


4. Afundamento de Tensão



4. Afundamento de Tensão

Cálculo da Severidade do Afundamento



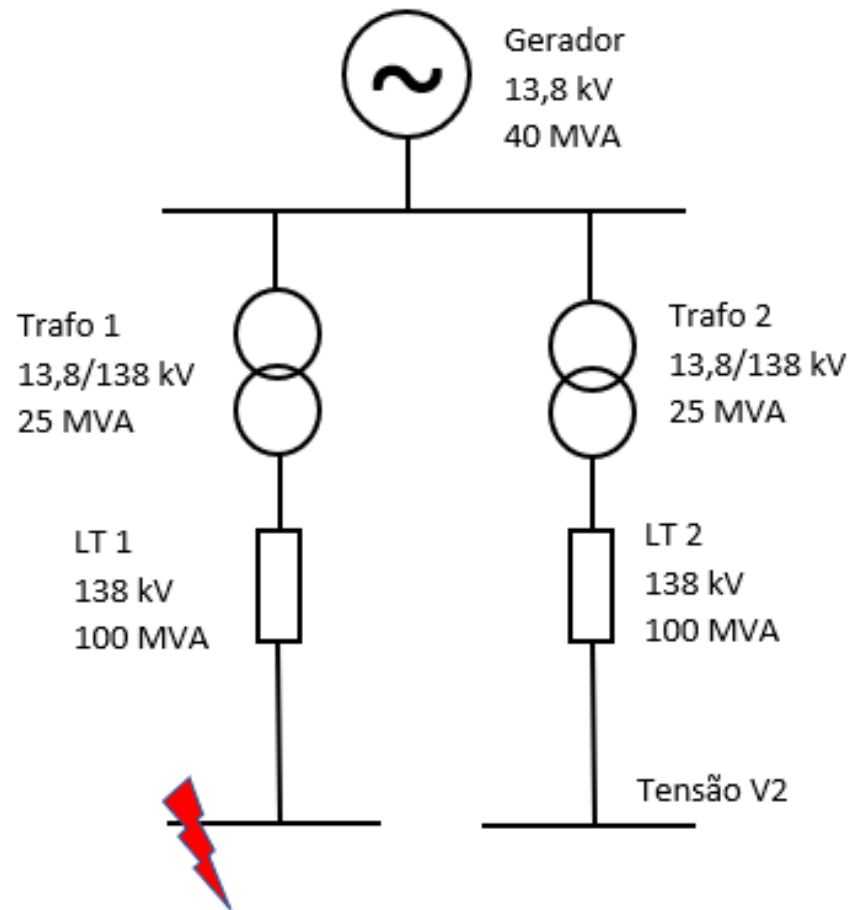
$$V_B = \frac{j1,05}{j0,20 + j0,67 + j0,70 + j1,05} 1,0 = 0,40 \text{ p. u.}$$

$$V_{12KV} = \frac{j0,70 + j1,05}{j0,20 + j0,67 + j0,70 + j1,05} 1,0 = 0,67 \text{ p. u.}$$

$$V_{69KV} = \frac{j0,67 + j0,70 + j1,05}{j0,20 + j0,67 + j0,70 + j1,05} 1,0 = 0,92 \text{ p. u.}$$

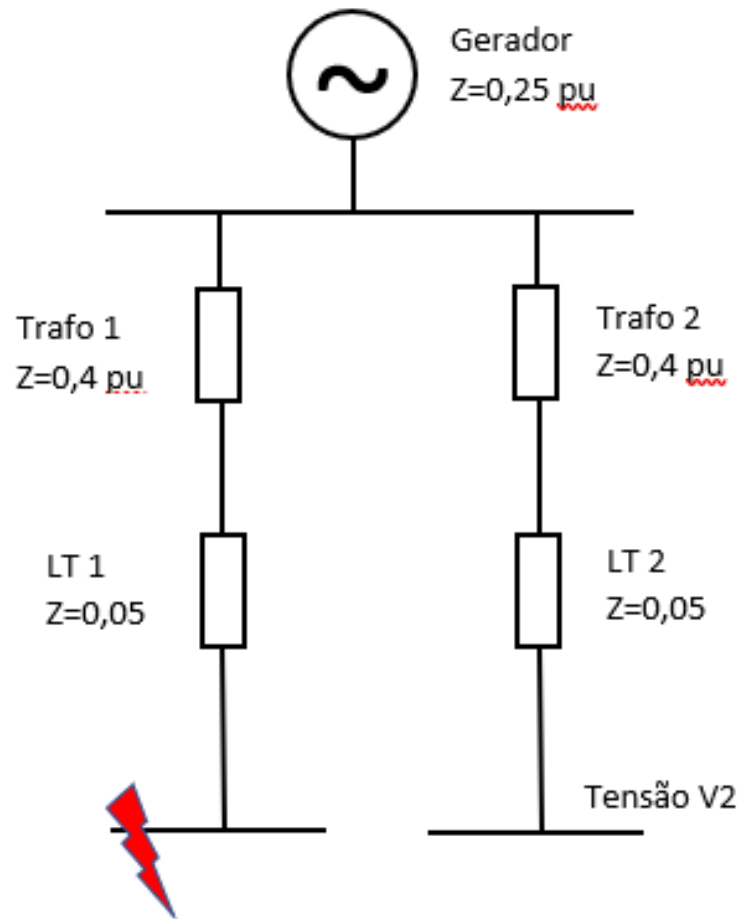
4. Afundamento de Tensão

Exercício: Calcule o afundamento de tensão na barra 2:



4. Afundamento de Tensão

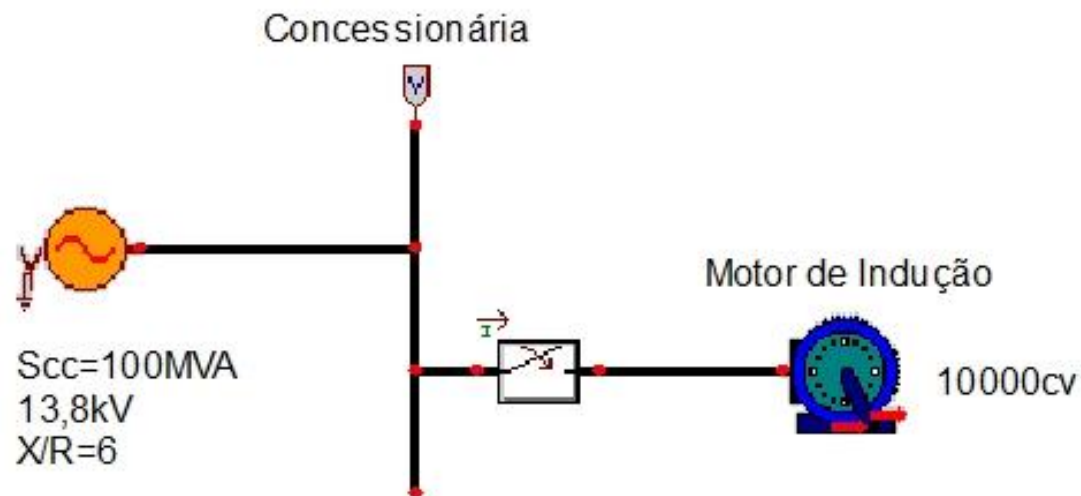
Impedâncias na Base 100 MVA



5. Causas dos Afundamentos de Tensão

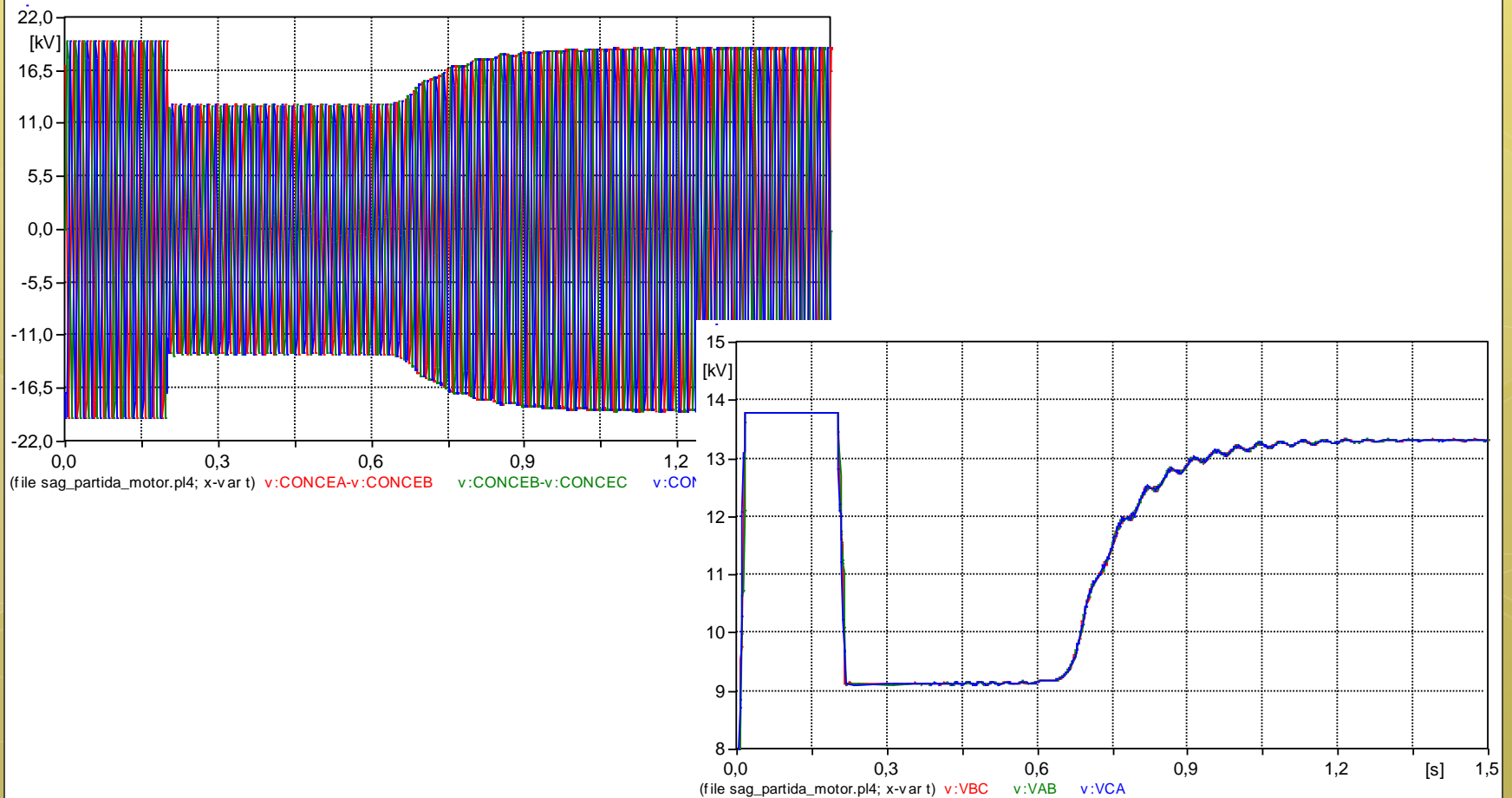
Partida de Grandes Motores.

- A partida de motores absorvem do sistema elétrico correntes da ordem de 5 a 8 vezes a corrente nominal. A circulação dessa alta corrente de partida pela impedância do sistema poderá resultar em afundamentos de tensão bastante severos.



5. Causas dos Afundamentos de Tensão

Partida de Grandes Motores.



5. Causas dos Afundamentos de Tensão

Faltas Elétricas

- As faltas no sistema elétrico são as principais causas dos afundamentos temporários de tensão, sobretudo as originadas no sistema da concessionária, devido à existência de milhares de quilômetros de linhas aéreas de transmissão e distribuição, sujeitas a vários tipos de fenômenos naturais.
- Curtos-circuitos também ocorrem em subestações terminais de linha e nos sistemas industriais, porém, com menor taxa de ocorrência. Geralmente, nos sistemas industriais, a distribuição primária e secundária é feita através de cabos isolados, que possuem uma menor taxa de falta quando comparados às linhas aéreas.

5. Causas dos Afundamentos de Tensão

Faltas Elétricas

- As faltas nas linhas aéreas são quase que exclusivamente devidas a descargas atmosféricas, porém, queimadas, vendavais, contatos acidentais, falhas nos isoladores, acidentes, também são causadores de curtos-circuitos.
- As faltas podem ser de natureza temporária ou permanente:
 - As temporárias são devido à ocorrência de descargas atmosféricas, temporais e ventanias, que, em geral, não provocam danos permanentes ao sistema de isolamento;
 - As faltas permanentes são causadas por danos físicos em algum elemento de isolamento do sistema, sendo necessária a intervenção da equipe de manutenção.

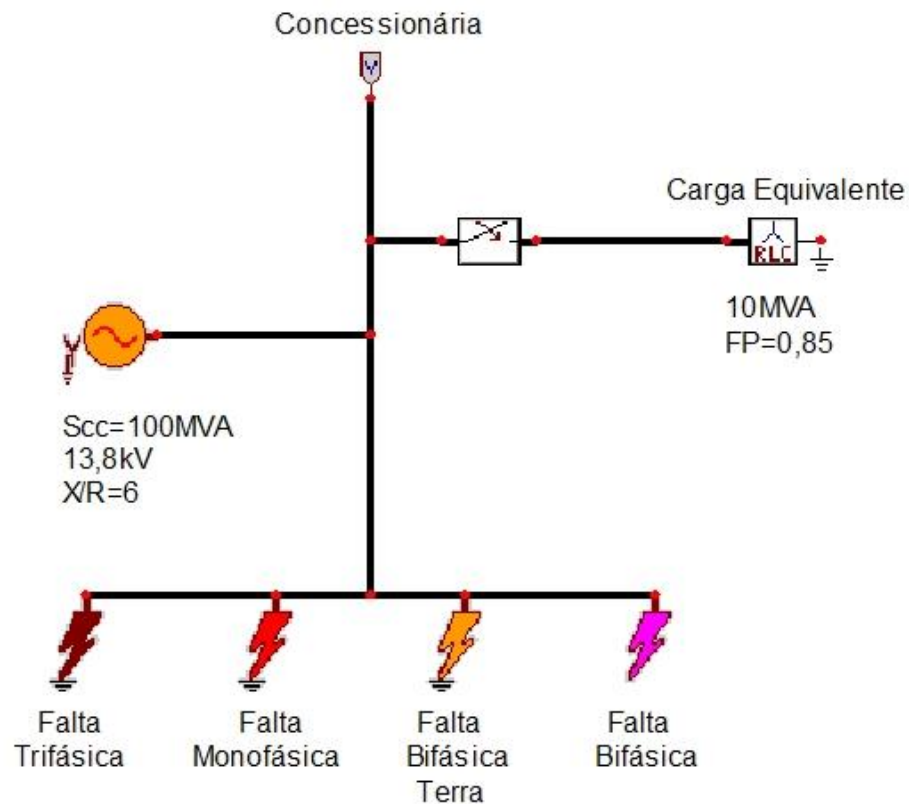
5. Causas dos Afundamentos de Tensão

Faltas Elétricas

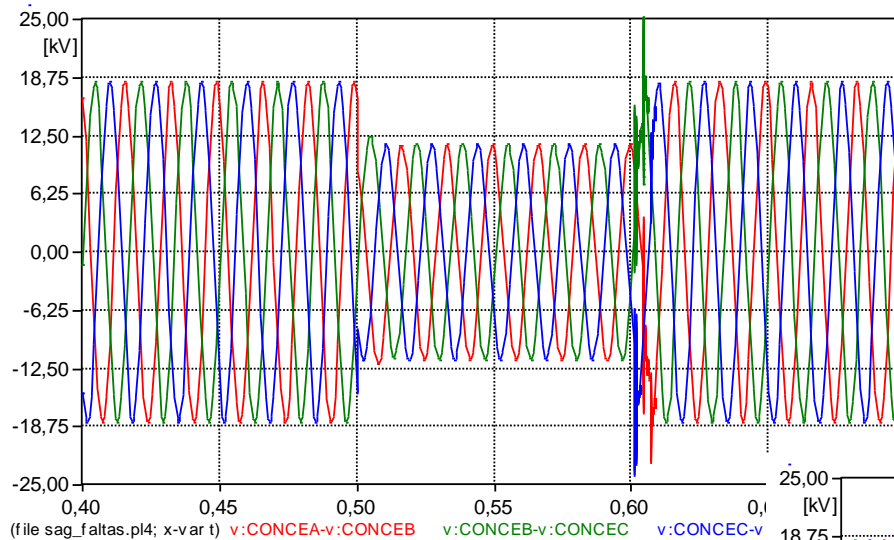
- As faltas no sistema elétrico podem ser: trifásicas, bifásicas, bifásicas à terra e monofásicas:
- As faltas trifásicas são simétricas e geram, portanto, afundamentos de tensão também simétricos. Embora produzam afundamentos mais severos, ocorrem com menor frequência;
- As faltas monofásicas fase-fase, monofásicas fase-fase à terra e, particularmente as fase-terra, apresentam maiores taxas de ocorrência e geram afundamentos de tensão menos severos, porém desequilibrados e assimétricos.

5. Causas dos Afundamentos de Tensão

Faltas Elétricas

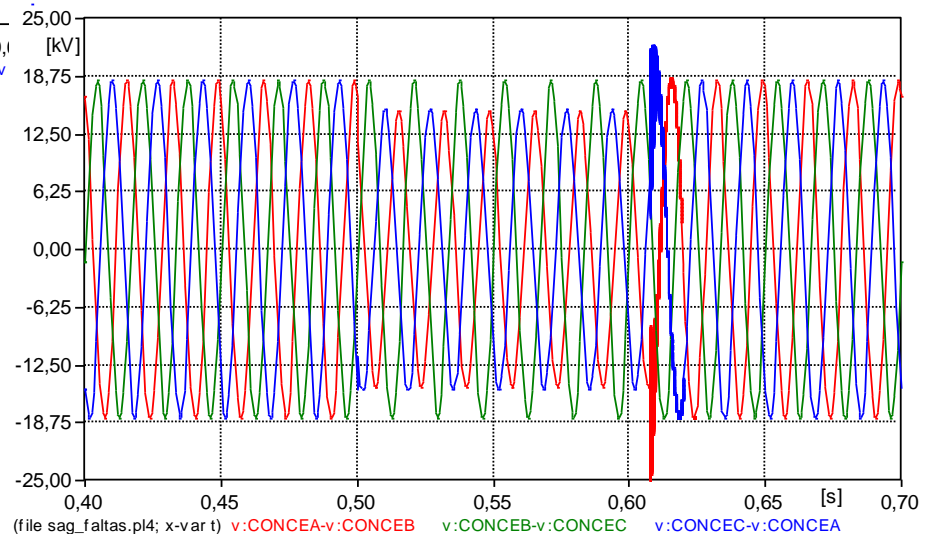


5. Causas dos Afundamentos de Tensão

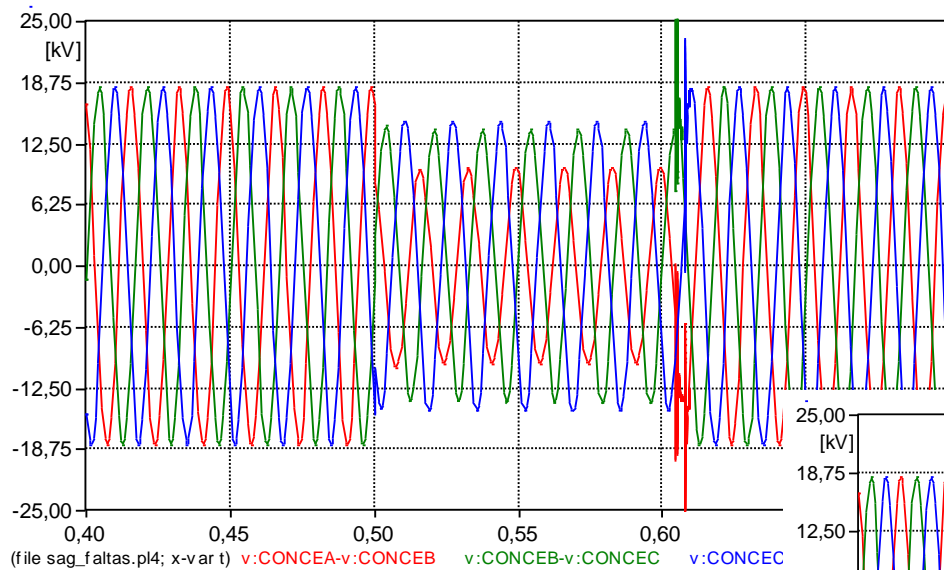


Falta trifásica

Falta monofásica fase-terra

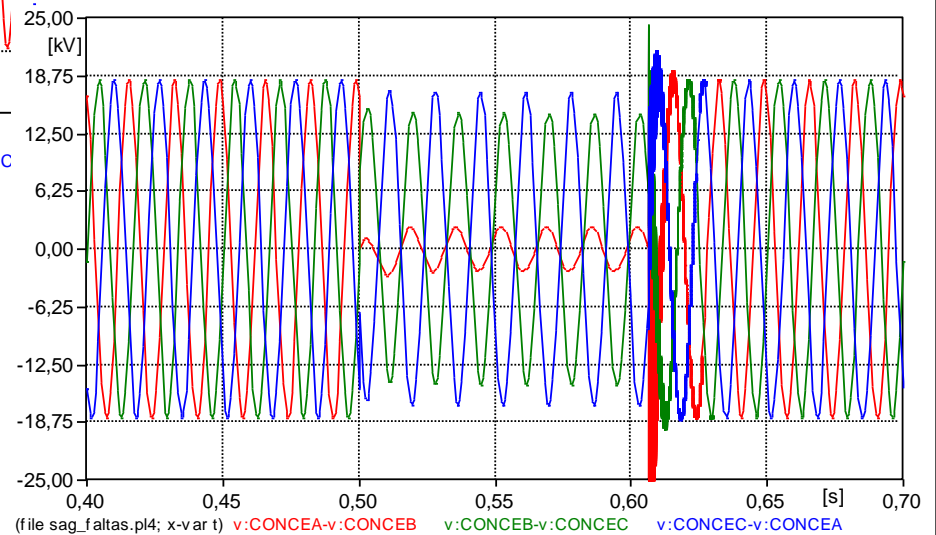


5. Causas dos Afundamentos de Tensão



Falta monofásica fase-fase à terra

Falta monofásica fase-fase



5. Classificação dos Afundamentos de Tensão

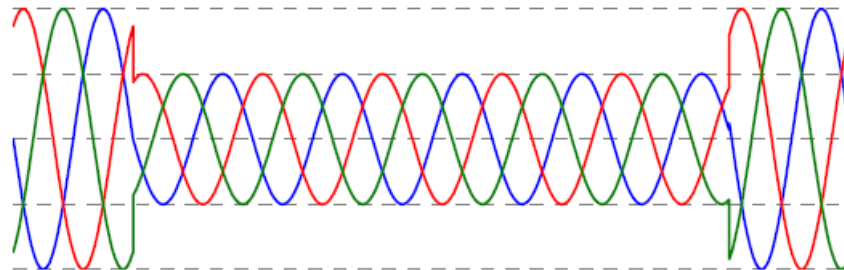
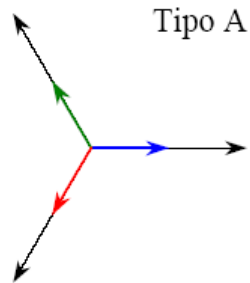
- As formas de conexão das cargas trifásicas (estrela ou triângulo), bem como dos diversos tipos de ligação dos transformadores, normalmente presentes entre o ponto onde ocorre a falta e os terminais dos equipamentos influenciam na ocorrência de faltas equilibradas e desequilibradas.

5. Classificação dos Afundamentos de Tensão

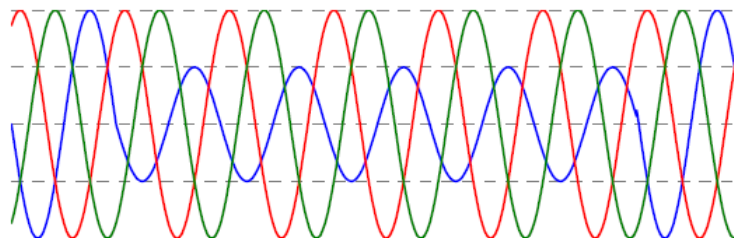
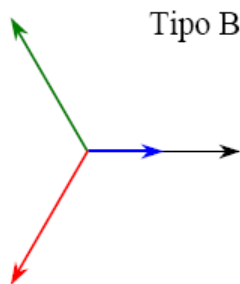
Tipo de Falta	Conexão da carga	Tipo de Afundamento
<i>Equilibrada Trifásica</i>	Estrela	Tipo A
	Triângulo	Tipo A
<i>Monofásica</i>	Estrela	Tipo B
	Triângulo	Tipo C
<i>Bifásicas</i>	Estrela	Tipo C
	Triângulo	Tipo D
<i>Bifásicas à Terra</i>	Estrela	Tipo E
	Triângulo	Tipo F

5. Classificação dos Afundamentos de Tensão

Voltage Sag Tipo A

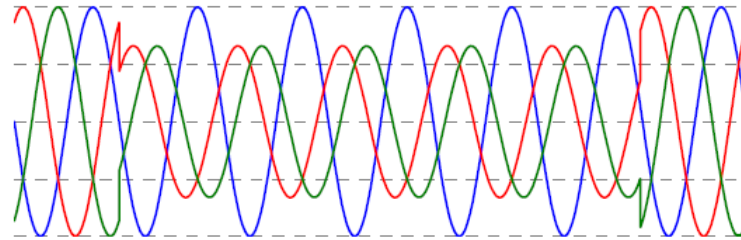
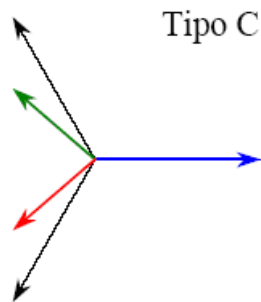


Voltage Sag Tipo B

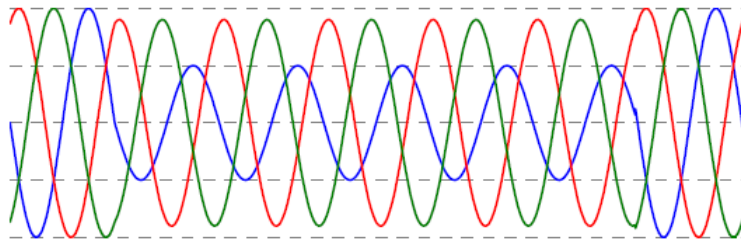
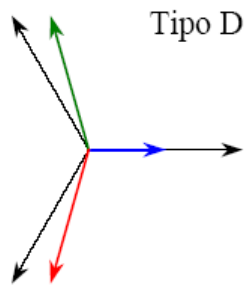


5. Classificação dos Afundamentos de Tensão

Voltage Sag Tipo C



Voltage Sag Tipo D



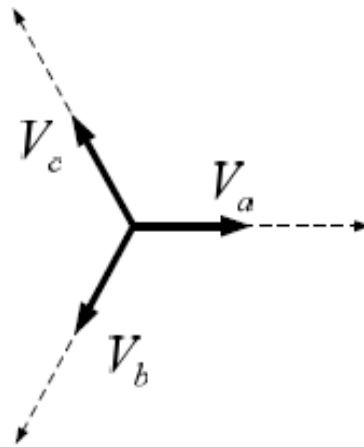
5. Classificação dos Afundamentos de Tensão

Type A

$$\bar{V}_a = V$$

$$\bar{V}_b = -\frac{1}{2}V - j\frac{\sqrt{3}}{2}V$$

$$\bar{V}_c = -\frac{1}{2}V + j\frac{\sqrt{3}}{2}V$$

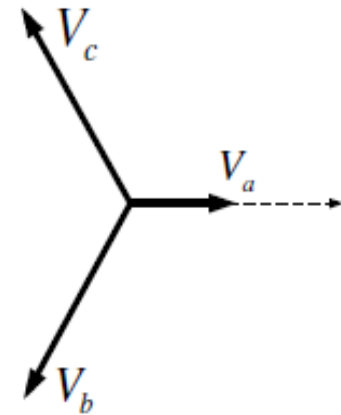


Type B

$$\bar{V}_a = V$$

$$\bar{V}_b = -\frac{1}{2}E_1 - j\frac{\sqrt{3}}{2}E_1$$

$$\bar{V}_c = -\frac{1}{2}E_1 + j\frac{\sqrt{3}}{2}E_1$$

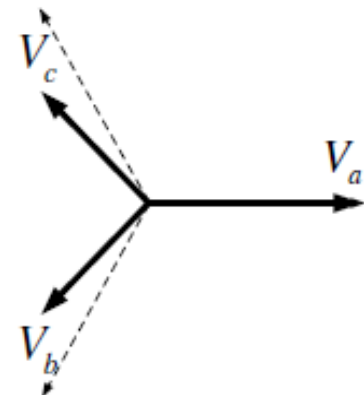


Type C

$$\bar{V}_a = E_1$$

$$\bar{V}_b = -\frac{1}{2}E_1 - j\frac{\sqrt{3}}{2}V$$

$$\bar{V}_c = -\frac{1}{2}E_1 + j\frac{\sqrt{3}}{2}V$$

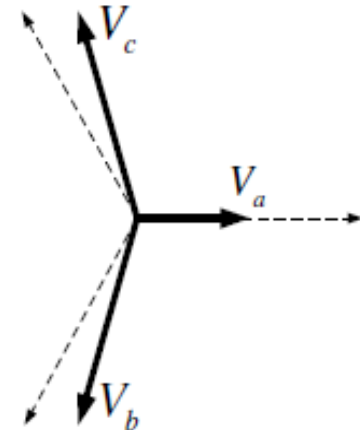


Type D

$$\bar{V}_a = V$$

$$\bar{V}_b = -\frac{1}{2}V - j\frac{\sqrt{3}}{2}E_1$$

$$\bar{V}_c = -\frac{1}{2}V + j\frac{\sqrt{3}}{2}E_1$$



5. Classificação dos Afundamentos de Tensão

- $E1$ é a tensão pré-falta. V é a tensão remanescente durante a falta, considerando a fase a como referência.
- A classificação ABC foi desenvolvida para analisar a propagação do afundamento de tensão desde o sistema de transmissão até os níveis de distribuição.

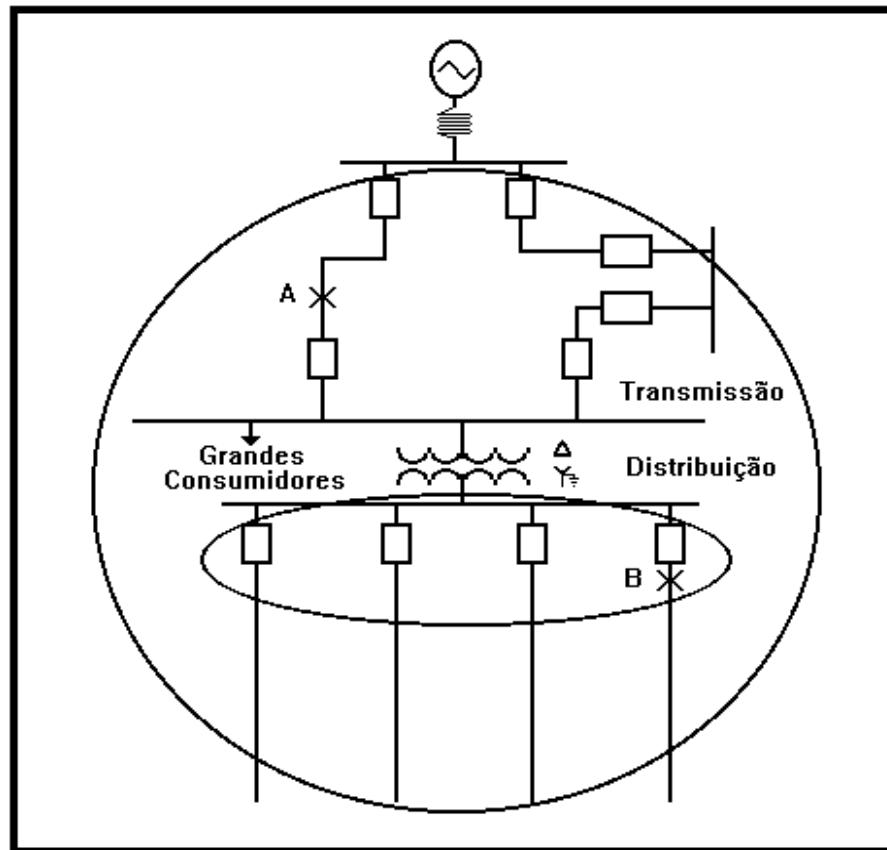
5. Fatores que Influenciam os Afundamentos de Tensão

Localização da Falta (Área de Vulnerabilidade)

- As faltas, quando ocorrem no sistema de transmissão e subtransmissão, afetam certamente um número maior de consumidores do que as faltas no sistema de distribuição. Este fato deve-se, principalmente, às características dos sistemas de transmissão e subtransmissão que são normalmente malhados.
- Já os sistemas de distribuição possuem, geralmente, configuração radial, sendo que curtos-circuitos nos ramais de uma SE de distribuição, dificilmente, provocarão afundamentos de tensão significativa em outra.

5. Fatores que Influenciam os Afundamentos de Tensão

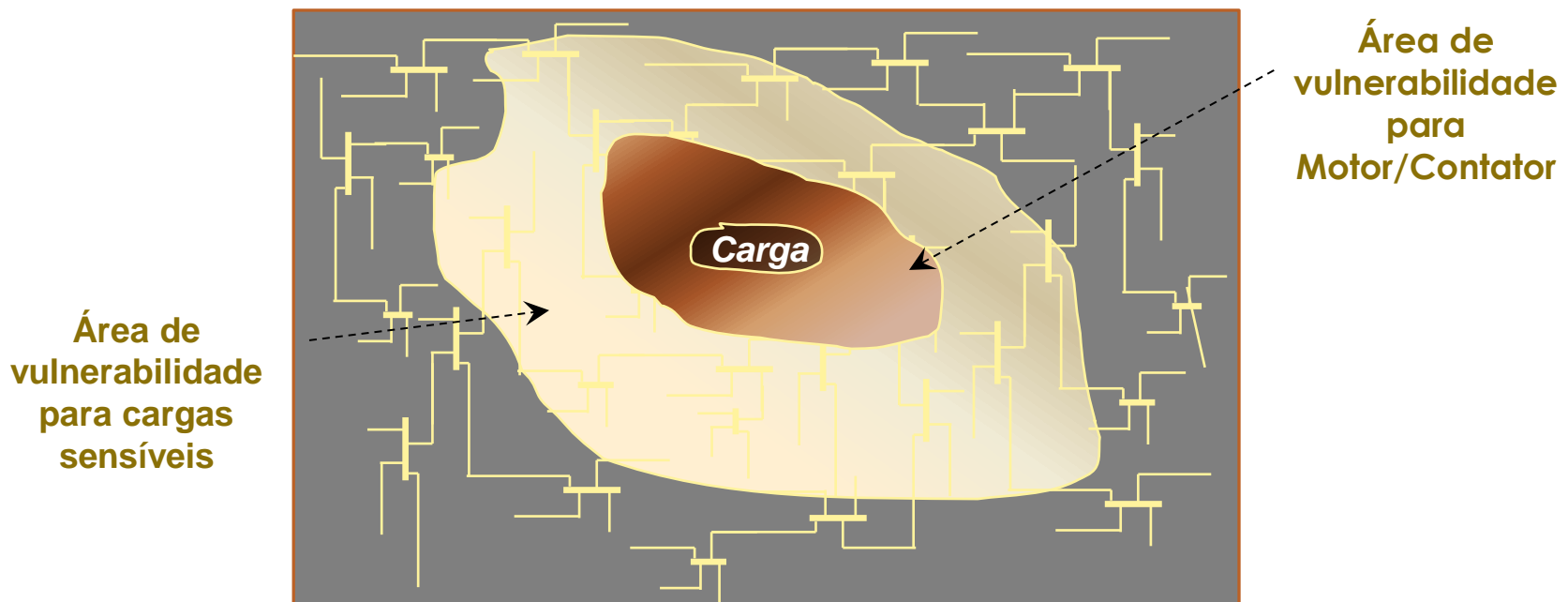
Localização da Falta (Área de Vulnerabilidade)



5. Fatores que Influenciam os Afundamentos de Tensão

Localização da Falta (Área de Vulnerabilidade)

- A estratégia para obtenção da área de vulnerabilidade está na aplicação de curto-circuitos para avaliação dos níveis de tensão em função da localização da falta.



5. Fatores que Influenciam os Afundamentos de Tensão

Impedância de Falta

- Resistência do arco elétrico entre o condutor e a terra, ou entre dois ou mais condutores, para defeitos envolvendo mais de uma fase;
- Resistência de contato devido à oxidação no local da falta;
- Resistência de terra para defeitos englobando a terra.
- Desprezar a impedância de falta significa obter valores mais severos de afundamento de tensão .

5. Fatores que Influenciam os Afundamentos de Tensão

Tensão Pré-Falta

- O perfil de tensão do sistema segue a variação da curva de carga diária, observando-se elevações de tensão durante períodos de carga leve, de um modo geral, de madrugada, sábados, domingos e feriados e reduções de tensão nos períodos de carga pesada.
- Nos estudos do sistema elétrico assume-se que a tensão, no instante anterior à falta (tensão pré-falta), é de 1 pu. No entanto, em função da curva de carga do sistema, esta premissa, na maioria das vezes não é verdadeira, incorrendo-se em erros, quando do cálculo da magnitude do afundamento de tensão.

5. Fatores que Influenciam os Afundamentos de Tensão

Desempenho do Sistema de Proteção

- O sistema de proteção possui como objetivo principal, remover ou retirar de serviço todo e qualquer equipamento ou componente do sistema que estiver operando sob condições anormais (sobrecarga, curto-circuito, etc.).
- A duração do afundamento de tensão é dependente do desempenho do sistema de proteção da rede elétrica, caracterizado pelo tempo de sensibilização e de atuação dos relés, somado ao tempo de abertura e extinção de arco dos disjuntores

5. Fatores que Influenciam os Afundamentos de Tensão

Desempenho do Sistema de Proteção

Tempos Típicos de Atuação da Proteção e Abertura de Disjuntores	EAT	AT
Proteção de Distância- Primeira Zona (ms)	20 - 40	40 – 60
Proteção de Distância -Segunda Zona (ms)	300	500
Teleproteção (ms)	20 - 50	40 - 60
Tempo de abertura de disjuntor (ciclos)	2	3 – 5

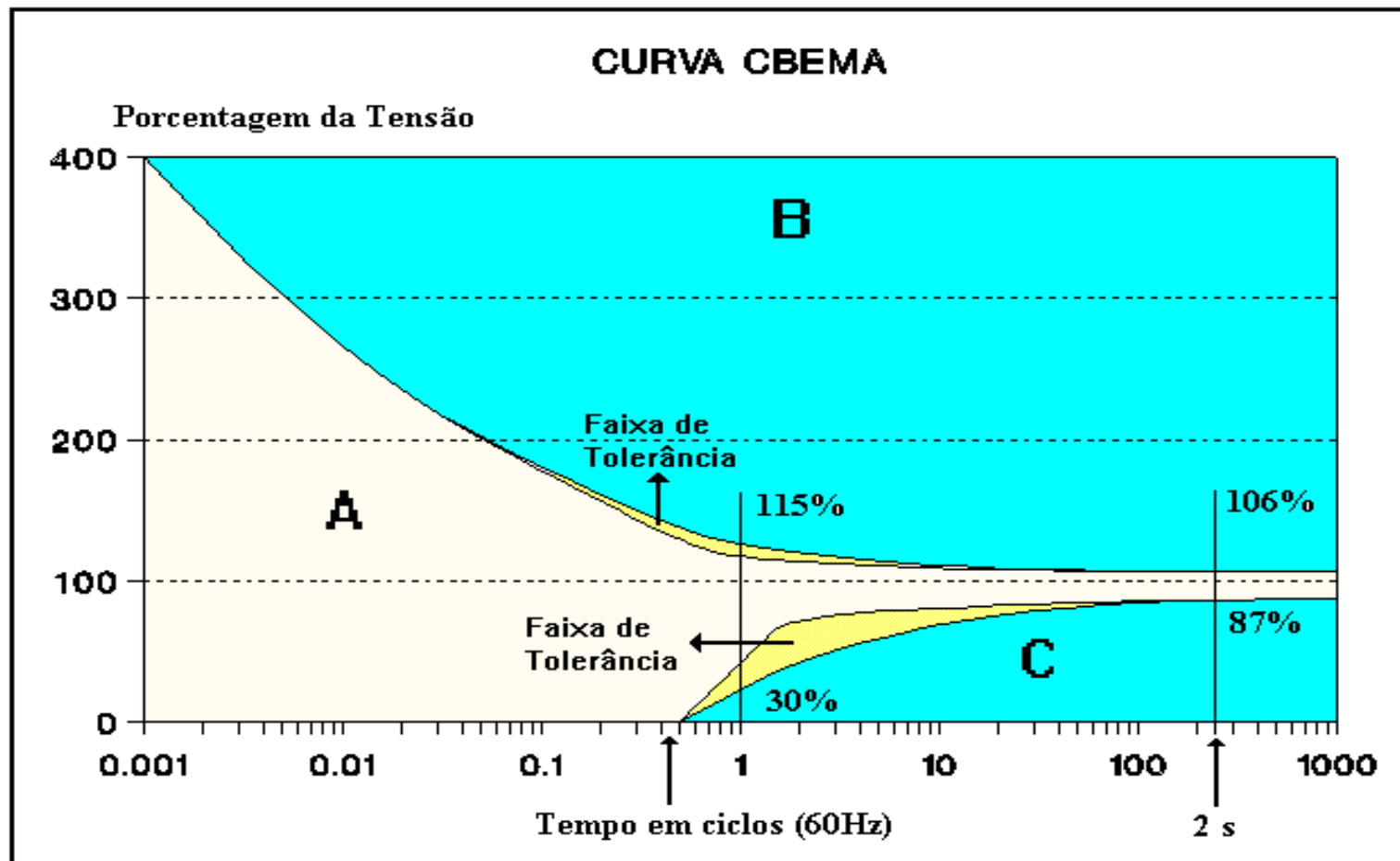
5. Fatores que Influenciam os Afundamentos de Tensão

Outros Fatores que Influenciam os Afundamentos de Tensão

- Nível Cerâmico;
- Poluição;
- Interferência pública.

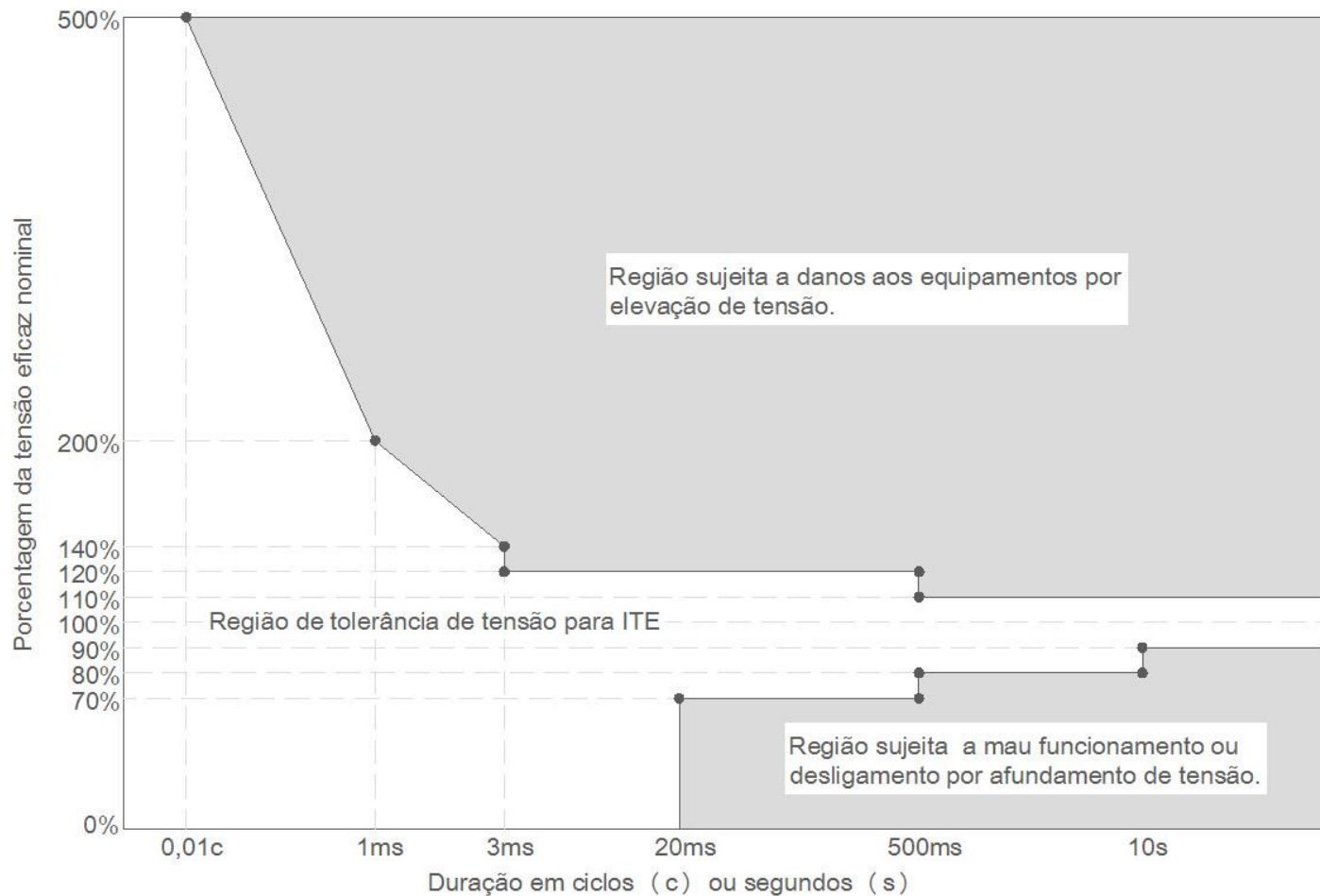
6. Efeitos dos VTCDS

Computadores - ANSI/IEEE Std. 446 [5] - CBEMA



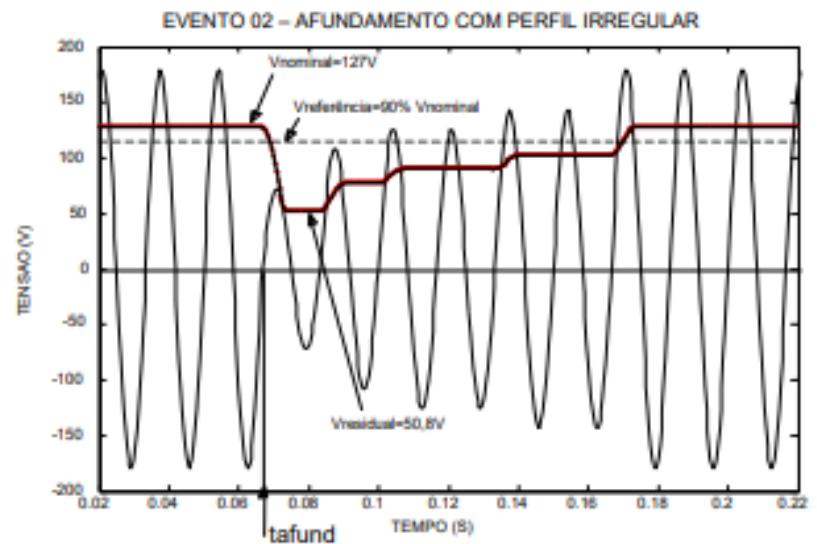
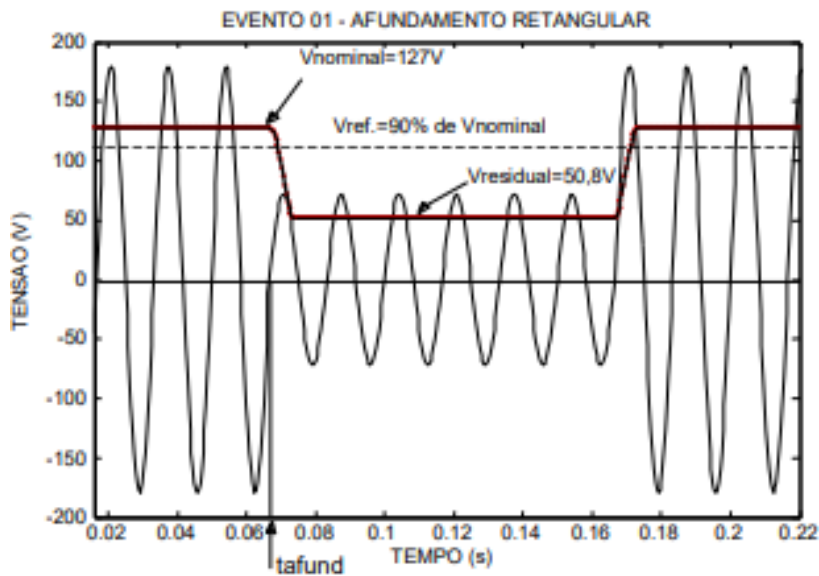
6. Efeitos dos VTCDS

Eletrônicos - ITIC (Information Technology Industry Council)



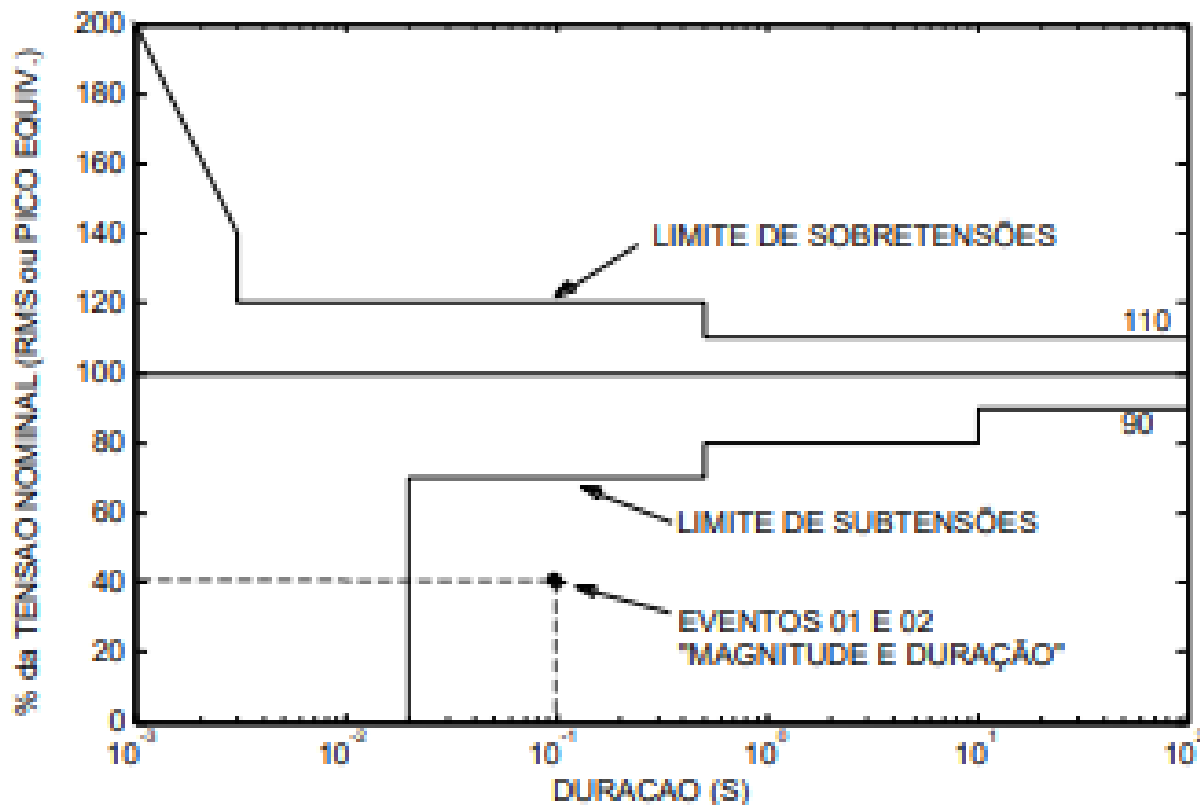
6. Efeitos dos VTCDS

Eletrônicos - ITIC (Information Technology Industry Council)



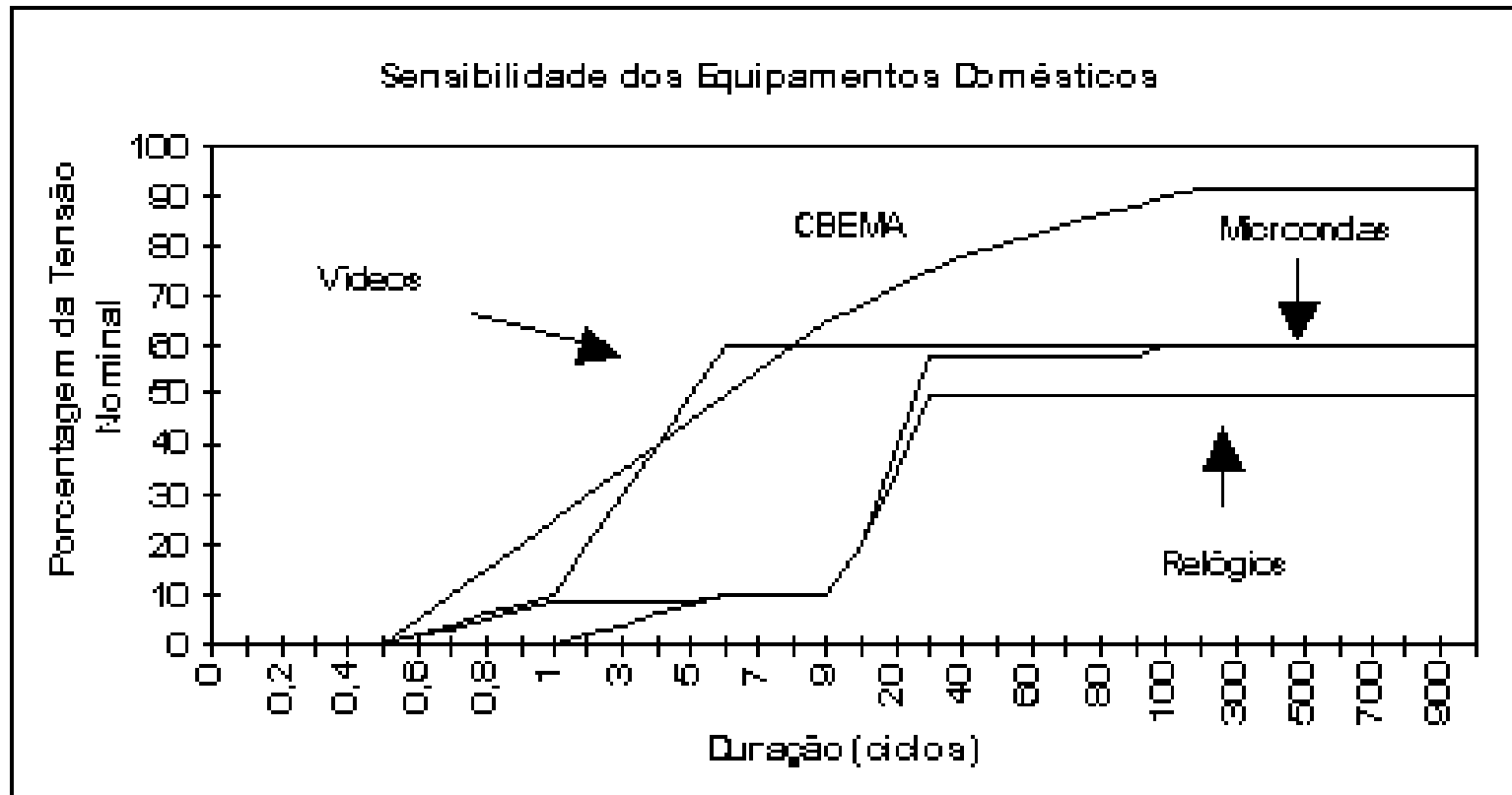
6. Efeitos dos VTCDS

Eletrônicos - ITIC (Information Technology Industry Council)



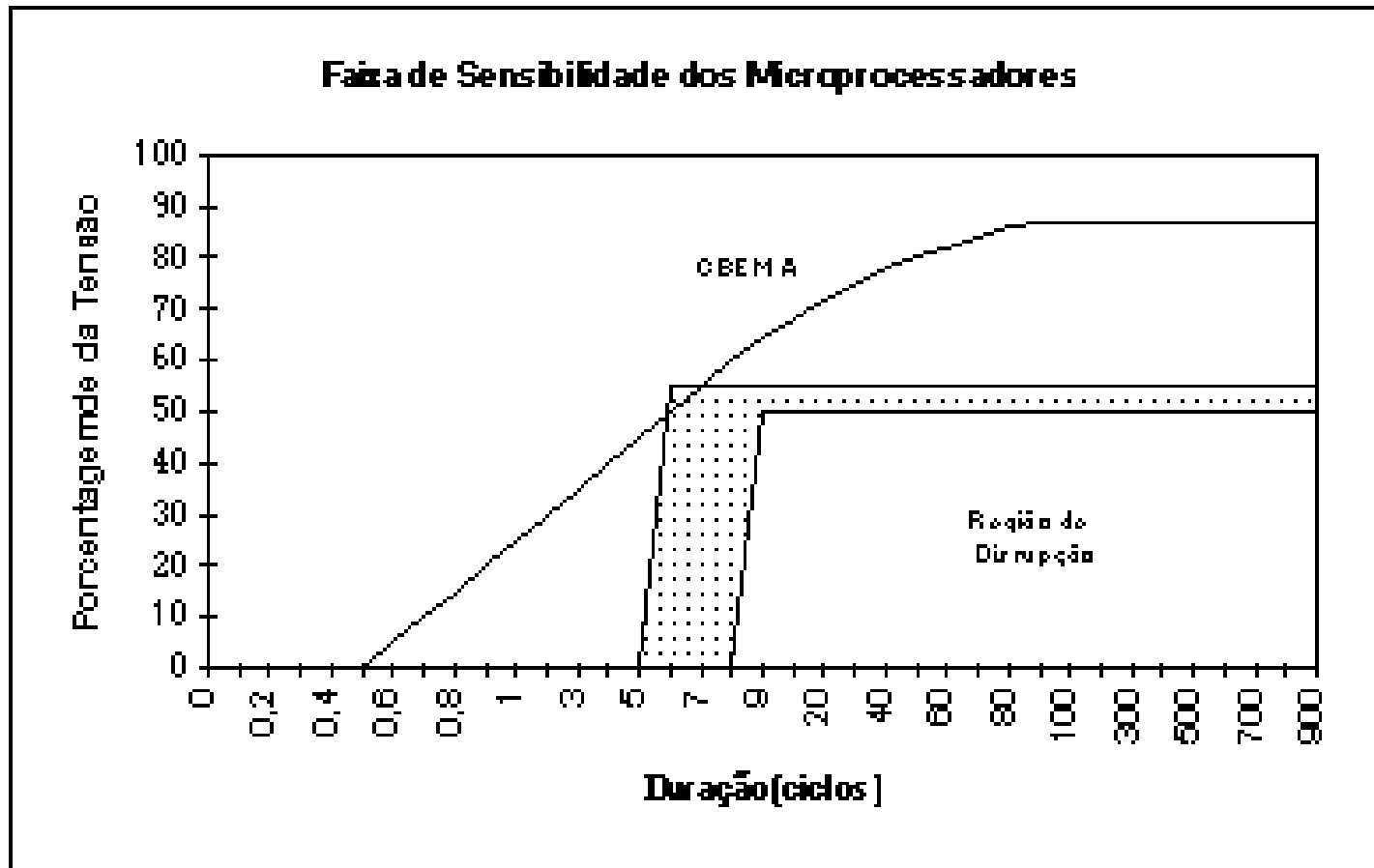
6. Efeitos dos VTCDS

Eletrdomésticos



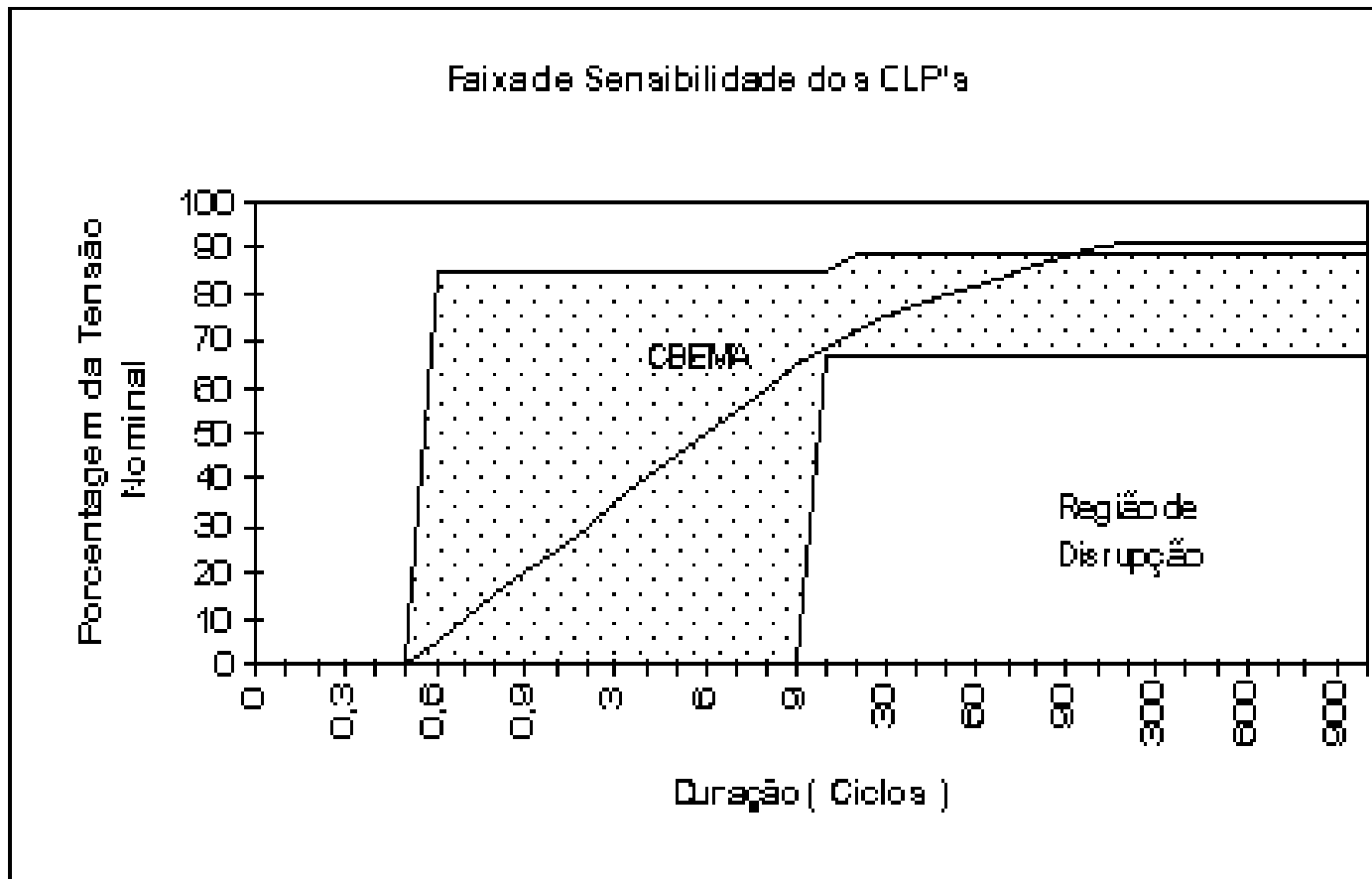
6. Efeitos dos VTCDS

Microprocessadores



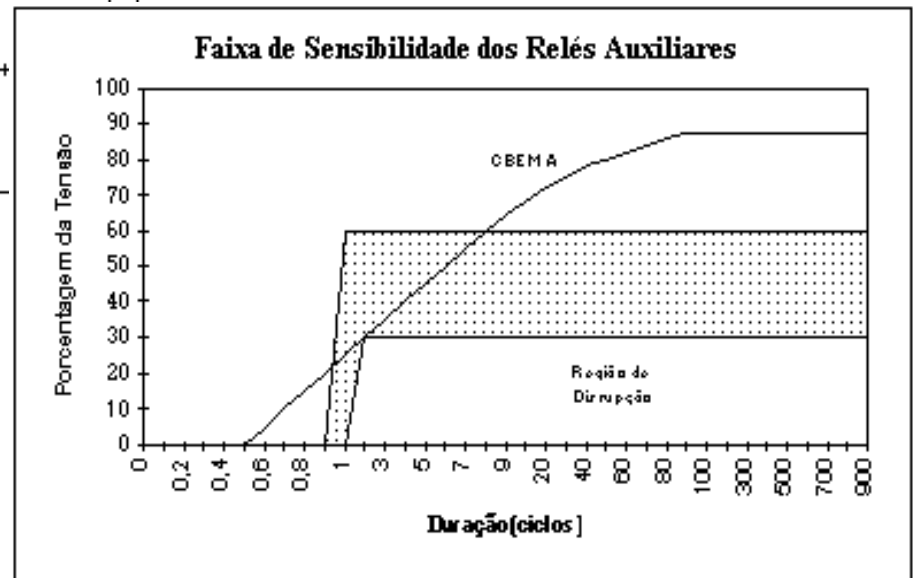
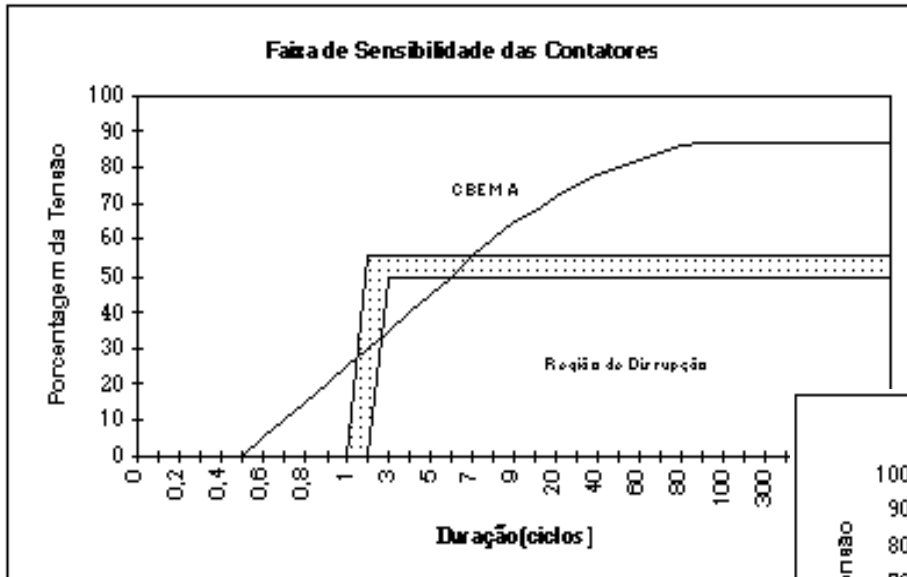
6. Efeitos dos VTCDS

Controladores Lógicos Programáveis (CLP's)



6. Efeitos dos VTCDS

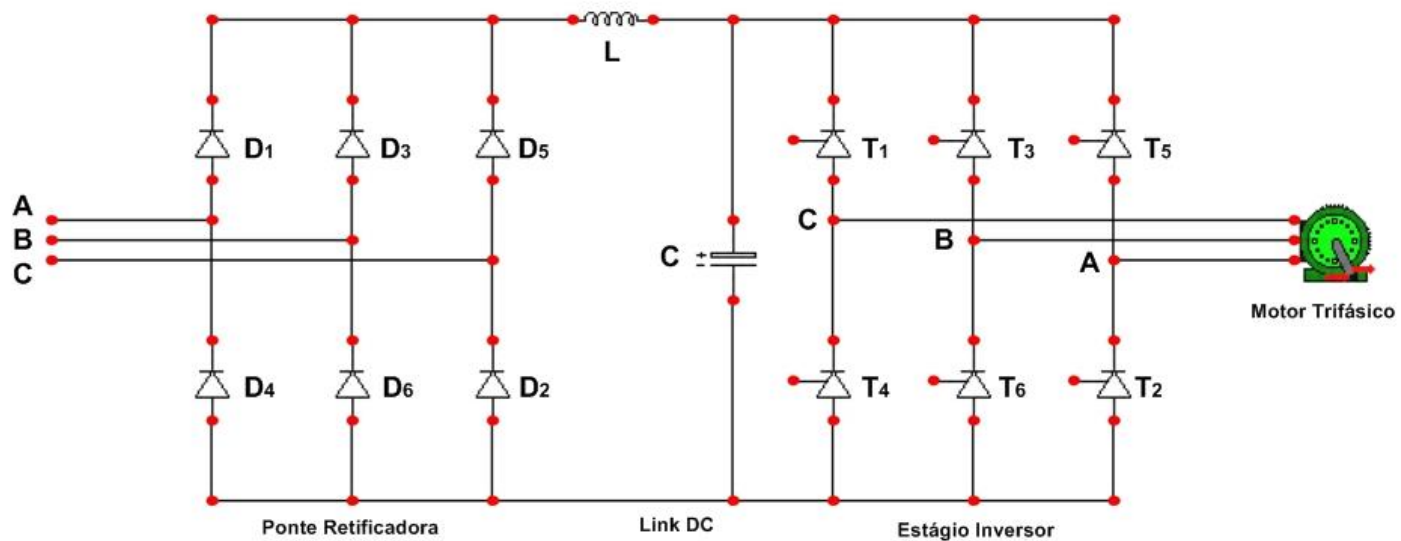
Contatores e Relés Auxiliares



6. Efeitos dos VTCDS

Acionamentos de Velocidade Variável (ASD's)

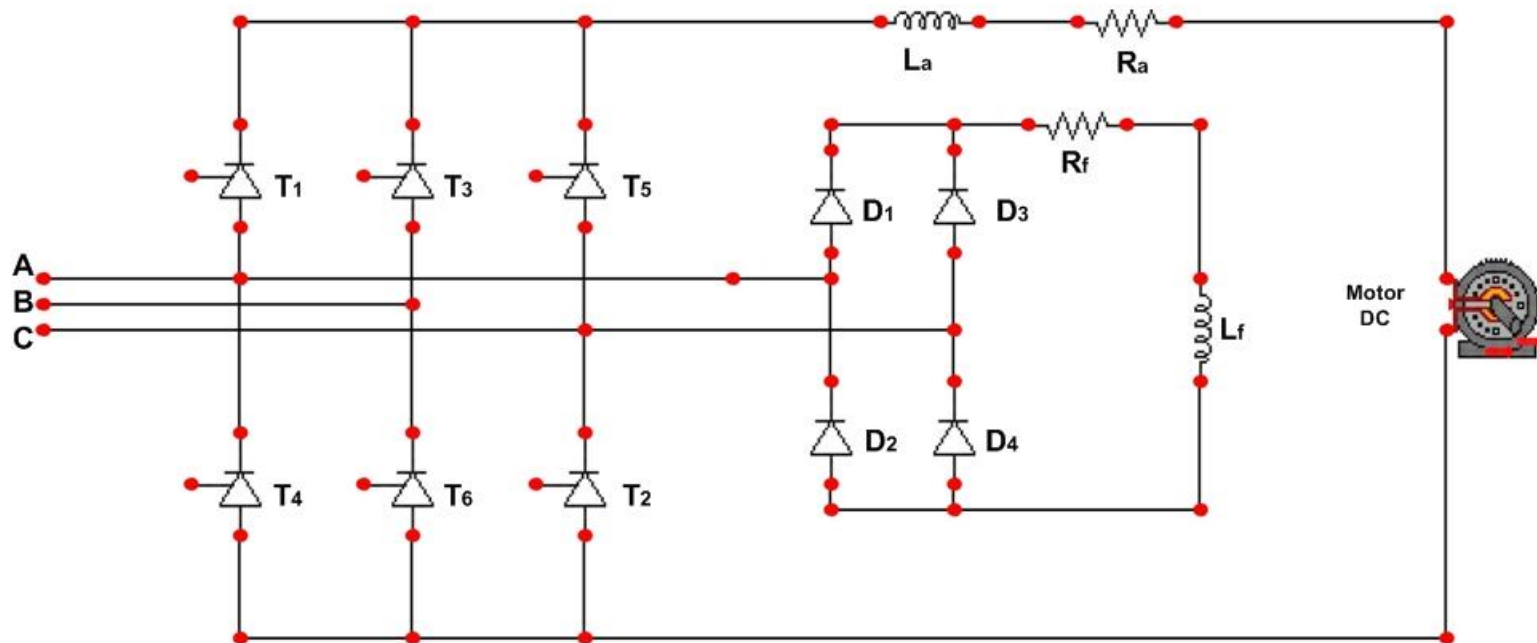
- Os acionamentos AC são constituídos normalmente de três estágios: ponte retificadora, barramento DC (filtragem) e sistema inversor (normalmente PWM).



6. Efeitos dos VTCDS

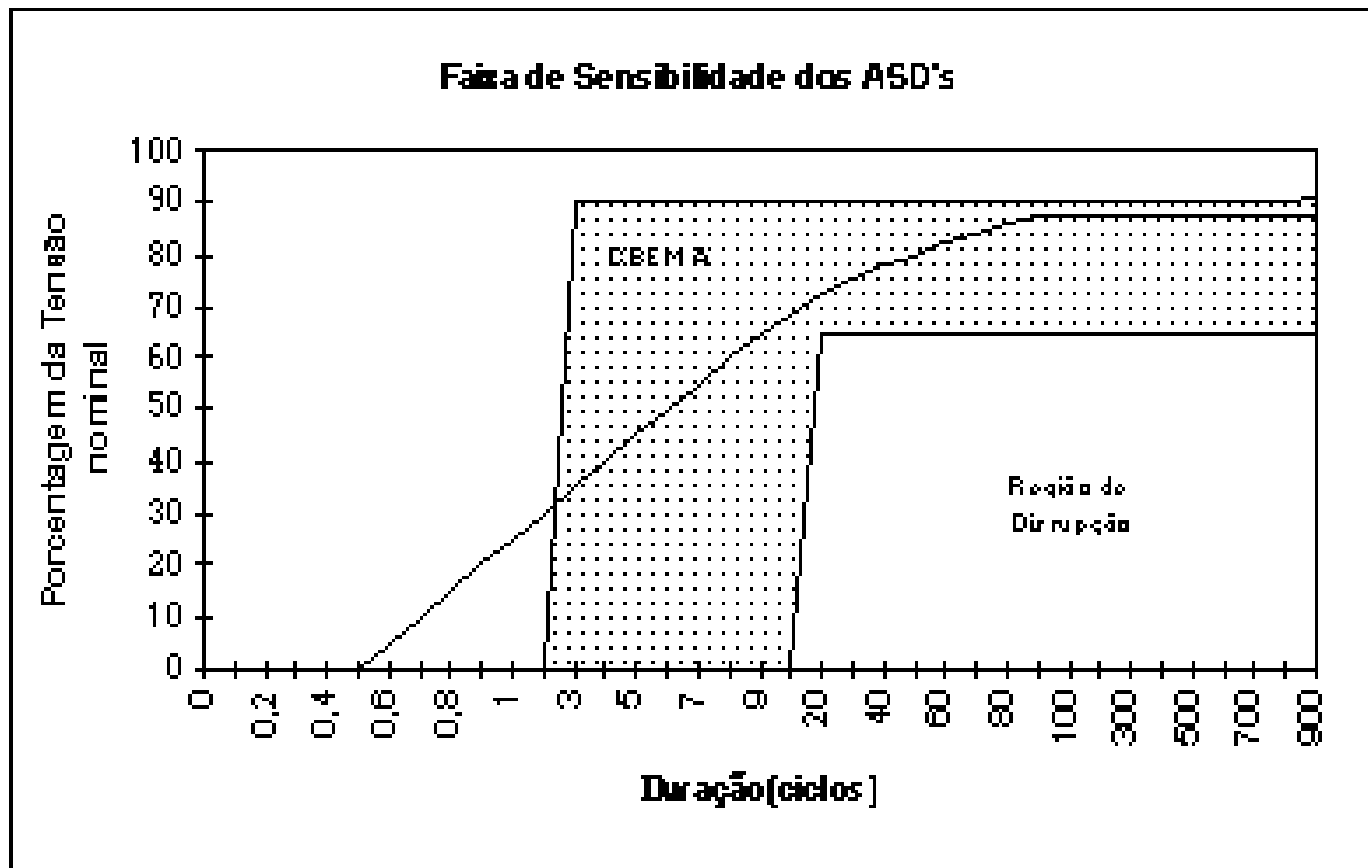
Acionamentos de Velocidade Variável (ASD's)

- Os acionamentos DC são constituídos basicamente de uma ponte retificadora, que fornece tensão DC variável para o motor de corrente contínua.



6. Efeitos dos VTCDS

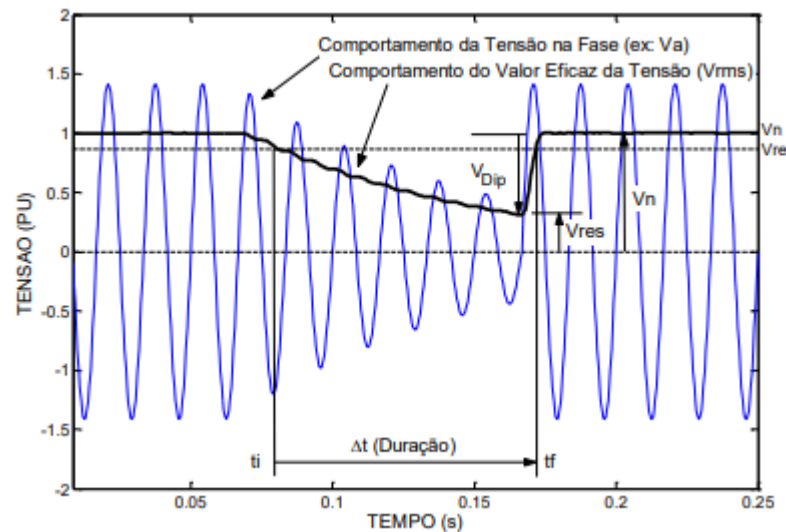
Acionamentos de Velocidade Variável (ASD's)



6. Efeitos dos VTCDS

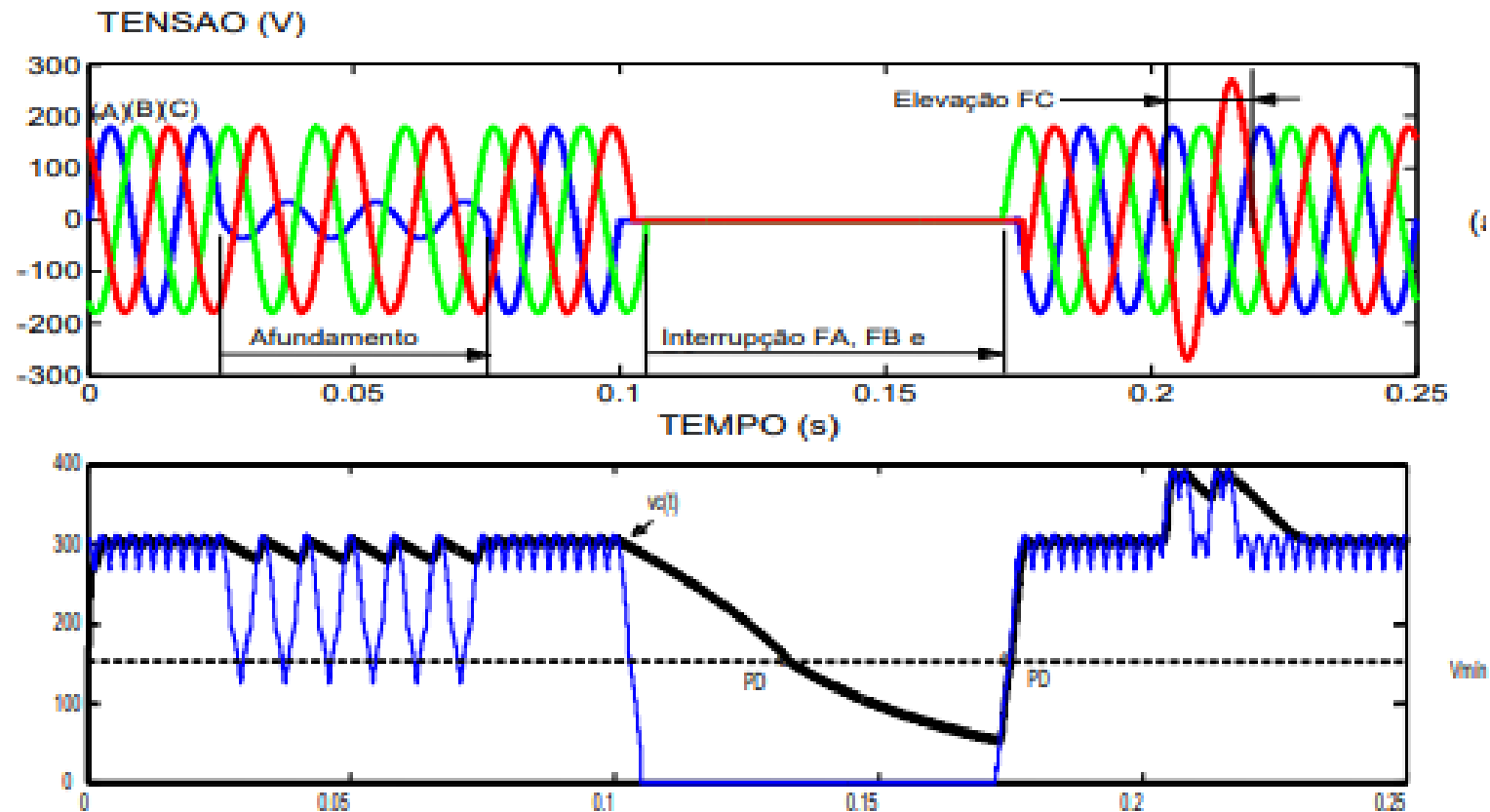
Acionamentos de Velocidade Variável (ASD's)

- Os acionamentos AC são constituídos normalmente de três estágios: ponte retificadora, barramento DC (filtragem) e sistema inversor (normalmente PWM).



6. Efeitos dos VTCDS

Acionamentos de Velocidade Variável (ASD's)



6. Efeitos dos VTCDS

Acionamentos de Velocidade Variável (ASD's)

- Devido às características construtivas, os acionamentos DC são mais sensíveis aos afundamentos de tensão que os acionamentos AC, devido aos seguintes fatores:
 - Os acionamentos DC são normalmente desprovidos de dispositivos de armazenamento de energia (capacitor no lado DC);
 - Os sistemas de comando destes equipamentos bloqueiam o sistema de disparo da ponte controlada devido ao desequilíbrio e assimetria presentes nos três fasores do afundamento de tensão.

6. Efeitos dos VTCDS

Acionamentos de Velocidade Variável (ASD's)

- Constata-se que os ASD's têm a sensibilidade caracterizada por uma faixa dentro do plano: magnitude versus duração do afundamento de tensão. Isto ocorre geralmente devido aos seguintes fatores:
 - Diferenças entre as tecnologias de fabricação dos fornecedores;
 - Diferenças entre as condições operacionais e de ciclo de carga dos equipamentos quando em operação;
 - Fatores ambientais do local onde o equipamento está instalado;

6. Efeitos dos VTCDS

Acionamentos de Velocidade Variável (ASD's)

- Dentre vários efeitos do afundamento de tensão sobre os ASD's, podem-se destacar:
 - Desaceleração do acionamento (motor e carga mecânica);
 - Flutuação do torque do motor (AC e DC);
 - Desligamento do acionamento devido à atuação de dispositivos de controle e proteção;
 - Queima de fusíveis e componentes, principalmente, nos acionamentos DC operando no modo regenerativo.

7. Interrupções de Curta Duração

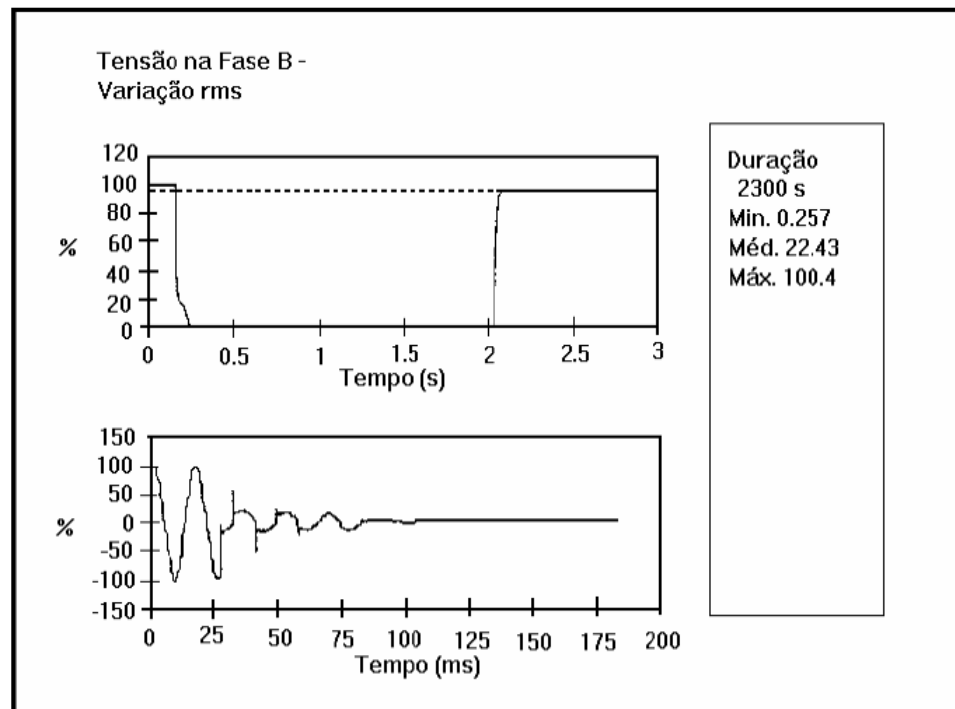
- Uma interrupção ocorre quando o fornecimento de tensão ou corrente de carga decresce para um valor menor do que 0,1 pu por intervalos típicos não superiores a 2 ou 5 segundos.
- As interrupções podem ser resultantes de faltas no sistema de energia, falhas nos equipamentos e mau funcionamento de sistemas de controle. As interrupções são medidas pela sua duração desde que a magnitude da tensão é sempre menor do que 10% da nominal.

7. Interrupções de Curta Duração

- A duração de uma interrupção, devido a uma falta sobre o sistema da concessionária, é determinada pelo tempo de operação dos dispositivos de proteção empregados. Religadores programados para operar instantaneamente, geralmente, limitam a interrupção a tempos inferiores a 30 ciclos.

7. Interrupções de Curta Duração

- Algumas interrupções podem ser precedidas por um afundamento de tensão quando estas são devidas a faltas no sistema supridor. O afundamento ocorre no período de tempo entre o início de uma falta e a operação do dispositivo de proteção do sistema.

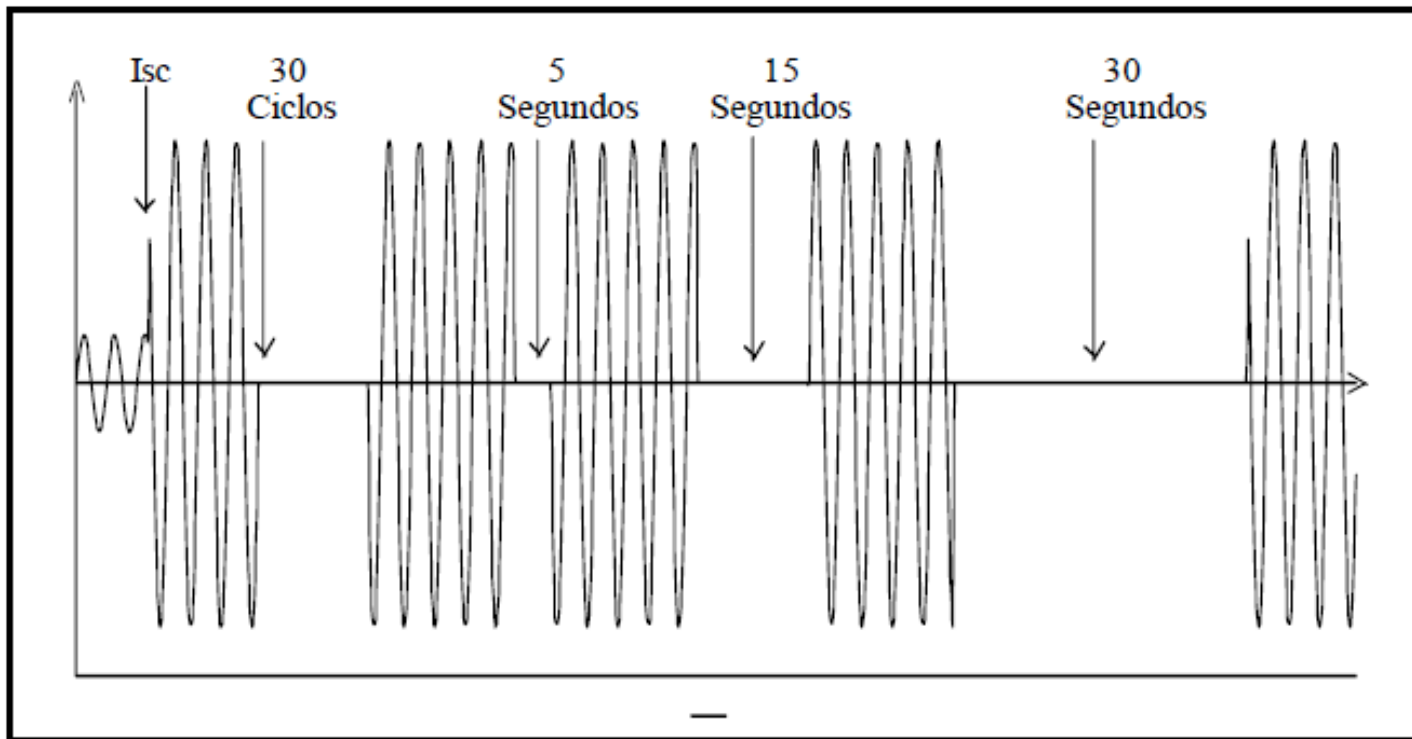


7. Interrupções de Curta Duração

- Seja, por exemplo, o caso de um curto-circuito no sistema supridor da concessionária. Logo que o dispositivo de proteção detecta a corrente de curto-circuito, ele comanda a desenergização da linha com vistas a eliminar a corrente de falta. Somente após um curto intervalo de tempo, o religamento automático do disjuntor ou religador é efetuado. Entretanto, pode ocorrer que, após o religamento, o curto persista e uma sequência de religamentos pode ser efetuada com o intuito de eliminar a falta.

7. Interrupções de Curta Duração

- Sendo a falta de caráter temporário, o equipamento de proteção não completará a sequência de operações programadas e o fornecimento de energia não é interrompido.



7. Interrupções de Curta Duração

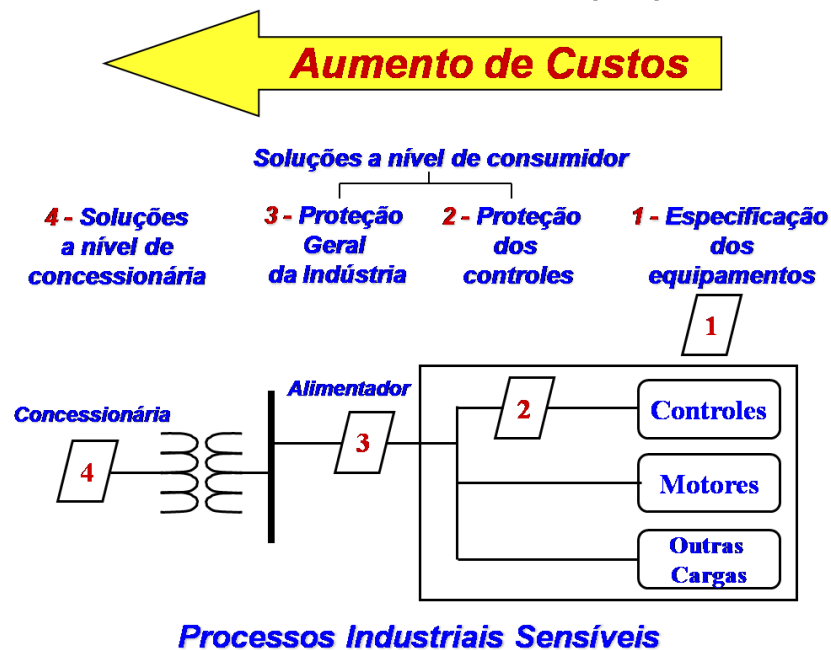
- Alguns dados estatísticos revelam que 75% das faltas em redes aéreas são de natureza temporária. No passado, este percentual não era considerado preocupante. Entretanto, com o massivo uso de cargas eletrônicas, este número passou a ser relevante nos estudos de otimização do sistema, pois é, agora, tido como responsável pela saída de operação de diversos equipamentos, interrompendo o processo produtivo e causando enormes prejuízos às indústrias.

7. Interrupções de Curta Duração

- Para corrigir este problema, algumas concessionárias têm mudado a filosofia de proteção com o objetivo de diminuir o número de consumidores afetados pelas interrupções. Na filosofia de proteção coordenada, o dispositivo de proteção do alimentador principal, seja o religador ou o disjuntor, sempre opera uma ou duas vezes antes da operação do dispositivo à jusante, geralmente, um fusível.

7. Ações Mitigadoras

- Para se reduzir os efeitos de VTCD's, pode-se, em princípio, adotar uma das seguintes medidas básicas:
 - Agir nas causas dos mesmos;
 - Atuar na sensibilidade dos equipamentos



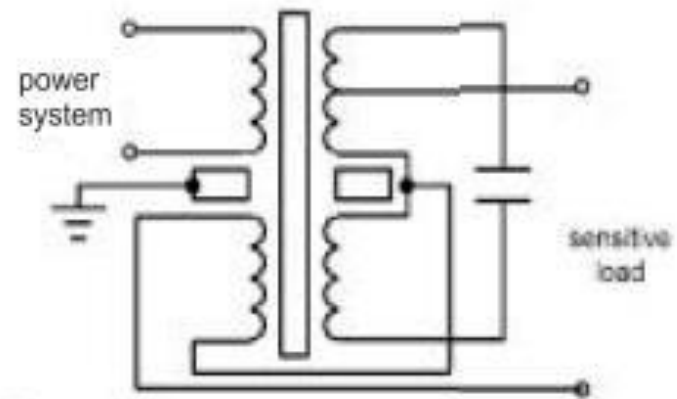
7. Ações Mitigadoras

- No que diz respeito às ações de compensação e/ou eliminação dos afundamentos momentâneos de tensão, pode-se visualizar duas possibilidades distintas.
- A primeira corresponde à compensação visando reduzir os impactos destes fenômenos sobre as cargas.
- O segundo tipo de ação seria mais abrangente, evitando a propagação dos afundamentos pelo sistema, evitando que o mesmo atinja as cargas

7. Ações Mitigadoras

Transformadores ferorrresonantes (CVT)

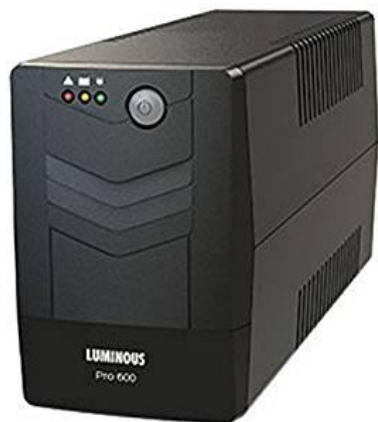
- Também conhecidos por transformador de tensão constante. Constituem-se em unidades altamente excitadas em relação a sua curva de saturação. Aplicável a pequenas cargas.



7. Ações Mitigadoras

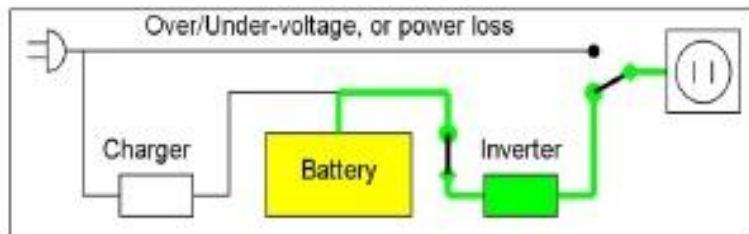
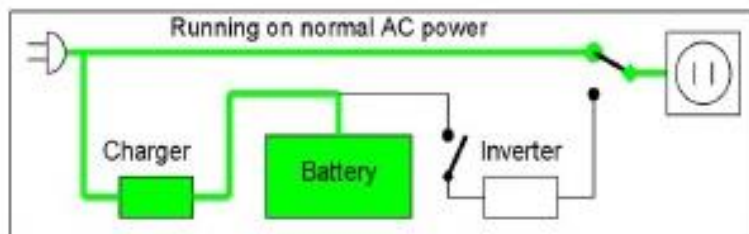
Uninterrupted power supply (UPS)

- Formadas por um retificador, um conjunto de baterias/capacitores conectados ao barramento CC, um inversor estático e um dispositivo para transferência automática da carga



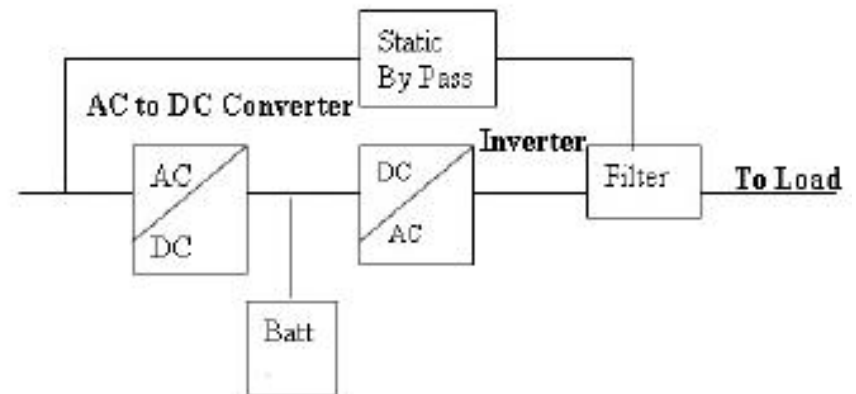
7. Ações Mitigadoras

Uninterrupted power supply (UPS)



OFF-LINE UPS
/ STANDBY

BLOCK DIAGRAM OF ONLINE UPS



ON-LINE UPS
/ DOUBLE CONVERSION

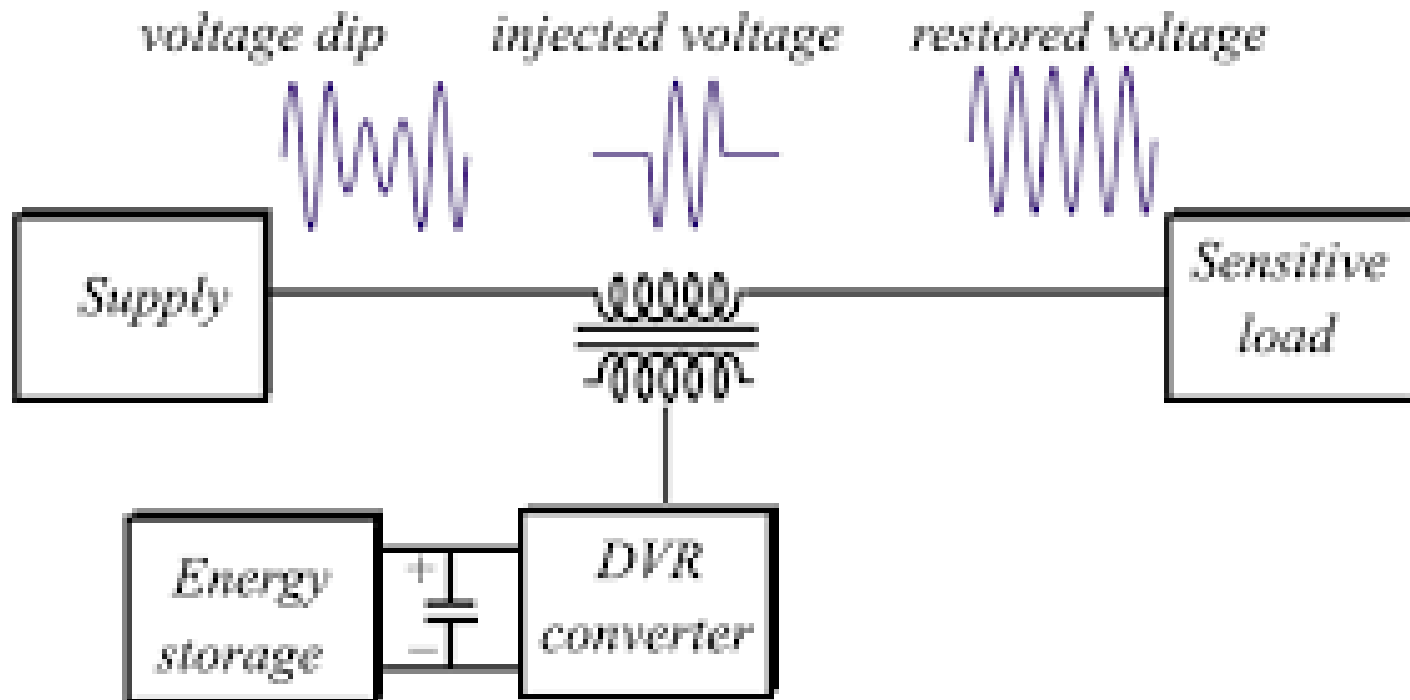
7. Ações Mitigadoras

Dynamic Voltage Restorer (DVR)

- Os “Dynamic Voltage Restorer” são equipamentos que consistem de um uma fonte inversora de tensão (VSI), transformadores de injeção, filtros passivos e fontes armazenadoras de energia como baterias e capacitores. A eficiência do DVR depende principalmente da eficiência da técnica de controle de chaveamento dos inversores.

7. Ações Mitigadoras

Dynamic Voltage Restorer (DVR)



7. Ações Mitigadoras

Dynamic Voltage Restorer (DVR)



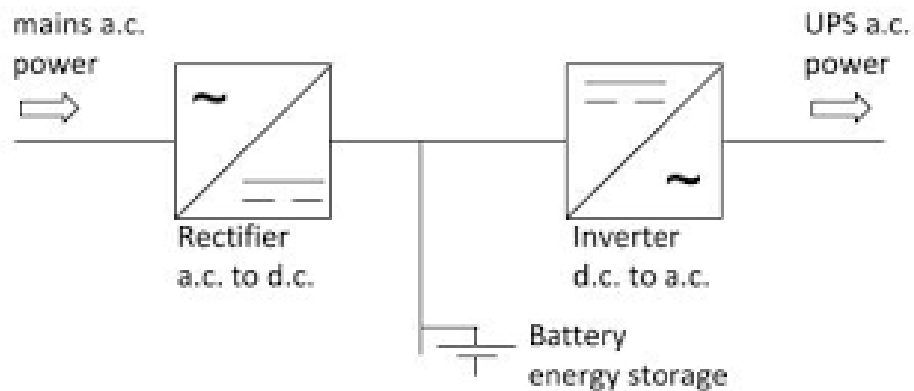
7. Ações Mitigadoras

Uninterrupted power quality (UPQ)

- É um conceito inovador, combinando as funcionalidades de um no-break e um filtro harmônico ativo em uma única solução robusta. O UPQ protege os processos críticos contra interrupções na alimentação e quedas de tensão, mantendo a qualidade da tensão de alimentação, compensando as correntes harmônicas e as flutuações da energia reativa de cargas não lineares.

7. Ações Mitigadoras

Uninterrupted power quality (UPQ)



7. Ações Mitigadoras

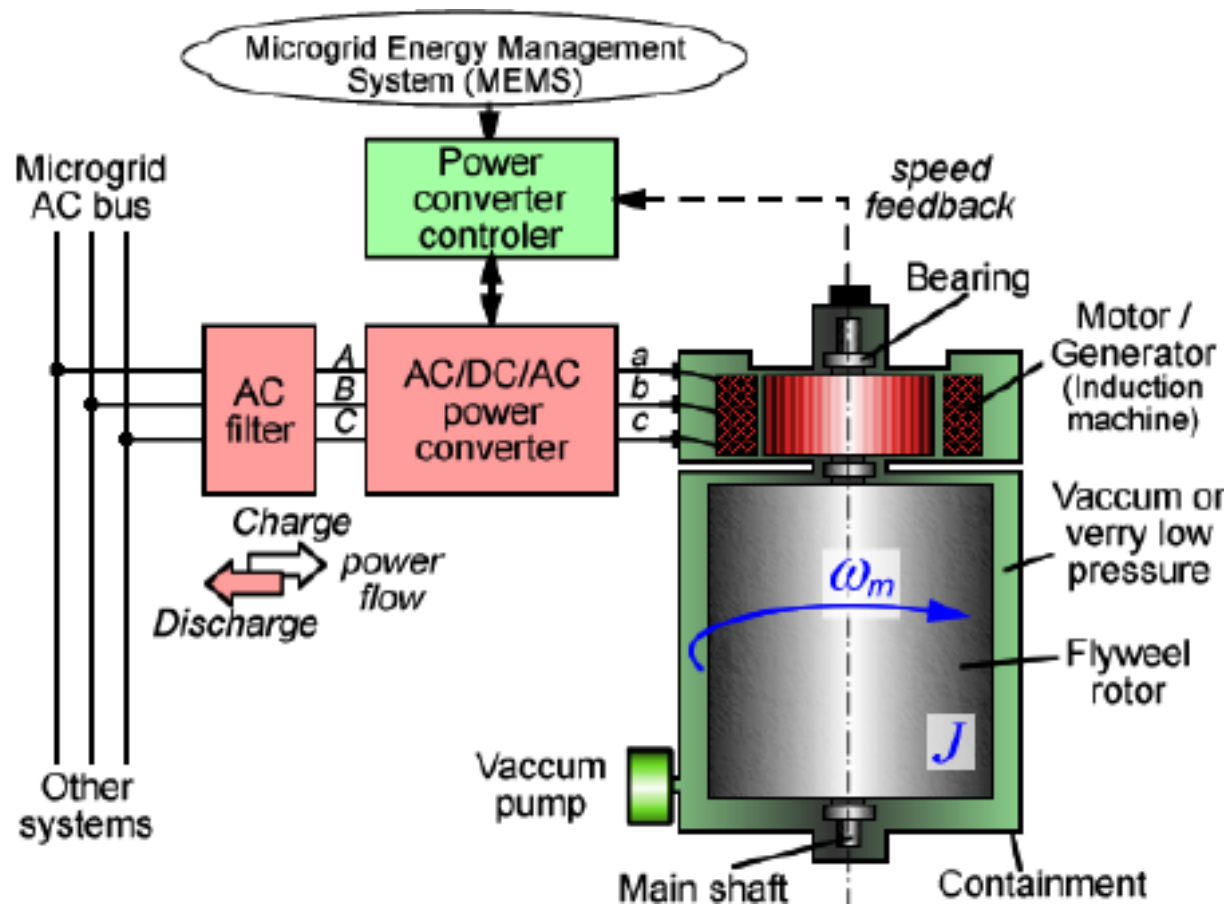
Flywheel

- São equipamentos mecânicos instalados nos eixos de motores elétricos com intuito de fornecer a inércia necessária à carga mecânica instalada no referido eixo.



7. Ações Mitigadoras

Flywheel



7. Ações Mitigadoras

Grupo motor-gerador

- Formado por máquinas rotativas e dispositivos mecânicos apropriados para o bloqueio das transferências das variações de tensão.



7. Ações Mitigadoras

- Com respeito a se evitar a propagação dos afundamentos pelo sistema:
 - Normalmente, este tipo de solução está diretamente ligado à tomada de ações de coordenação da proteção dos sistemas de potência, como atuação de religadores automáticos, instalação de fusíveis limitadores; implantação de estratégias “fuse-saving”.
 - Aproveitamento ou instalação de compensadores de tensão como STATCOM, DVR, RCT, CCT, dentre outros. No entanto, todas estas estratégias demandam grande montante financeiro.

9. Análise Técnica de Reclamações Associadas com VTCDs

Estudo de Caso: SAGA Agroindustrial



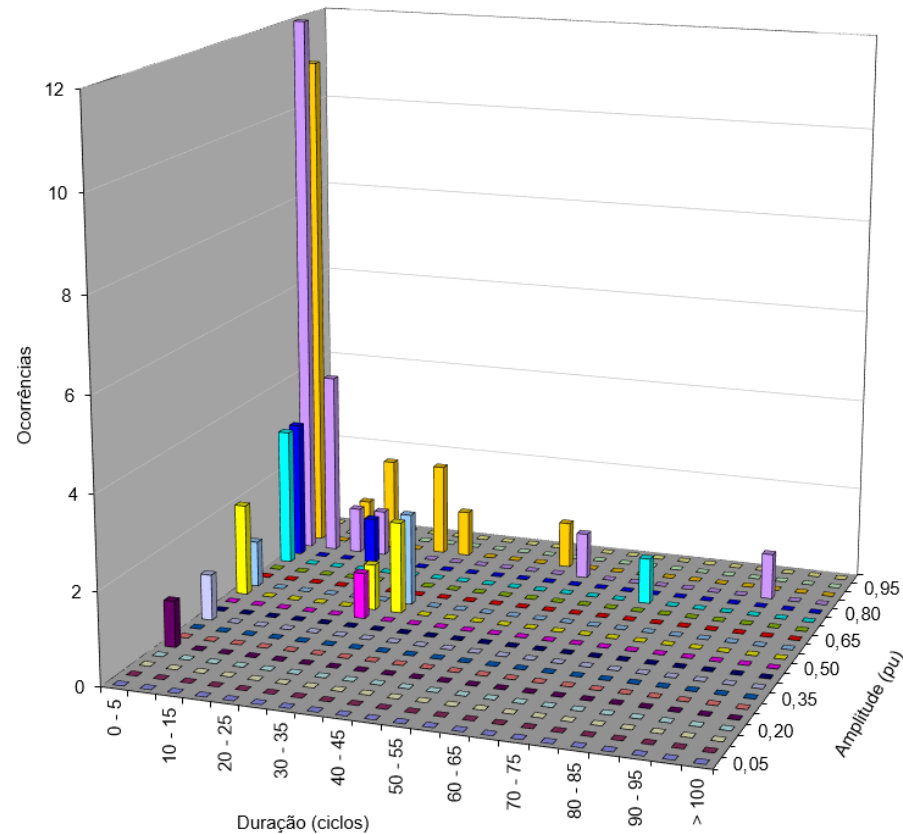
9. Análise Técnica de Reclamações Associadas com VTCDs

Máquinas Tetra-Pack



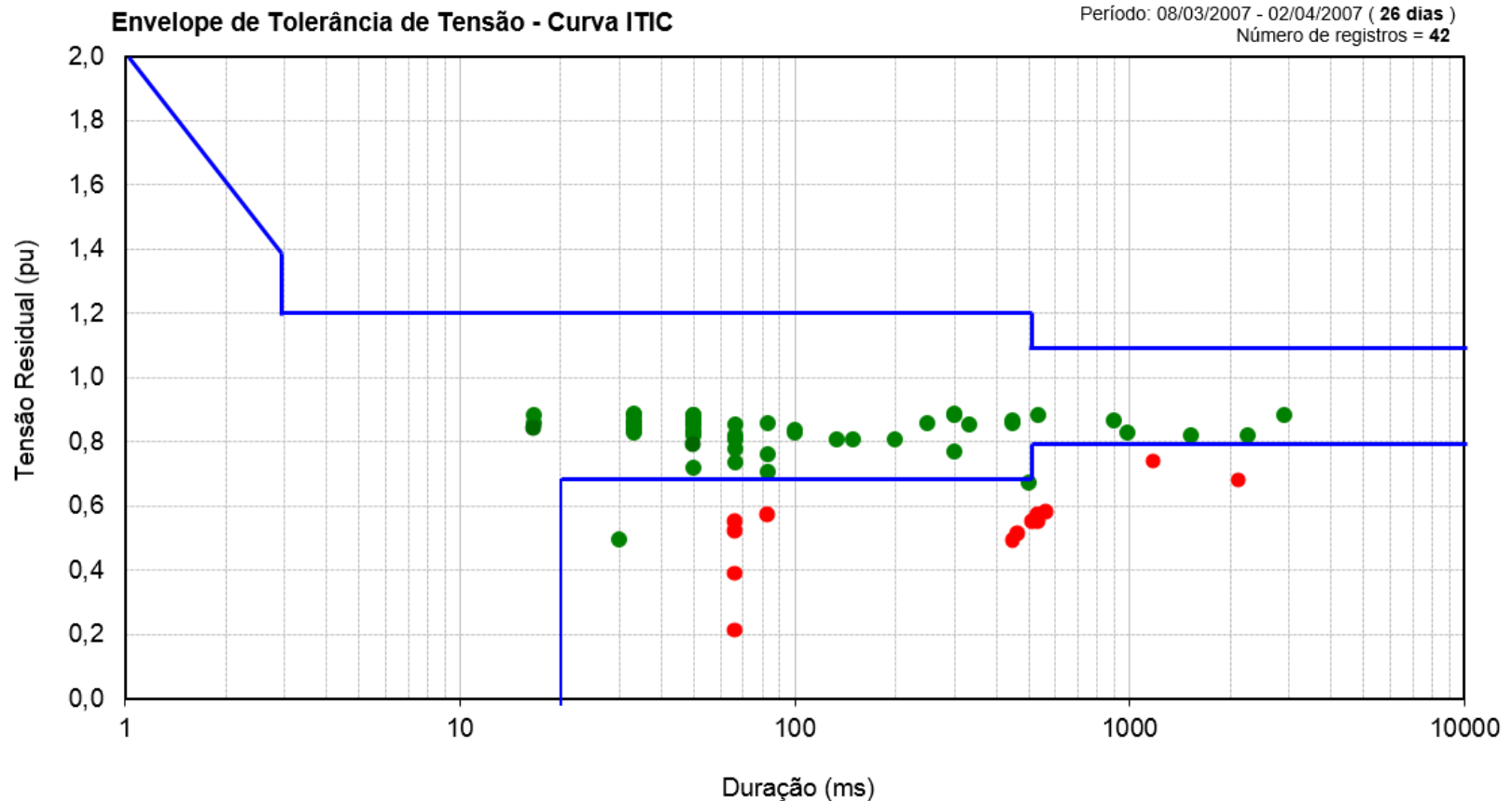
9. Análise Técnica de Reclamações Associadas com VTCDs

Afundamentos momentâneos de tensão



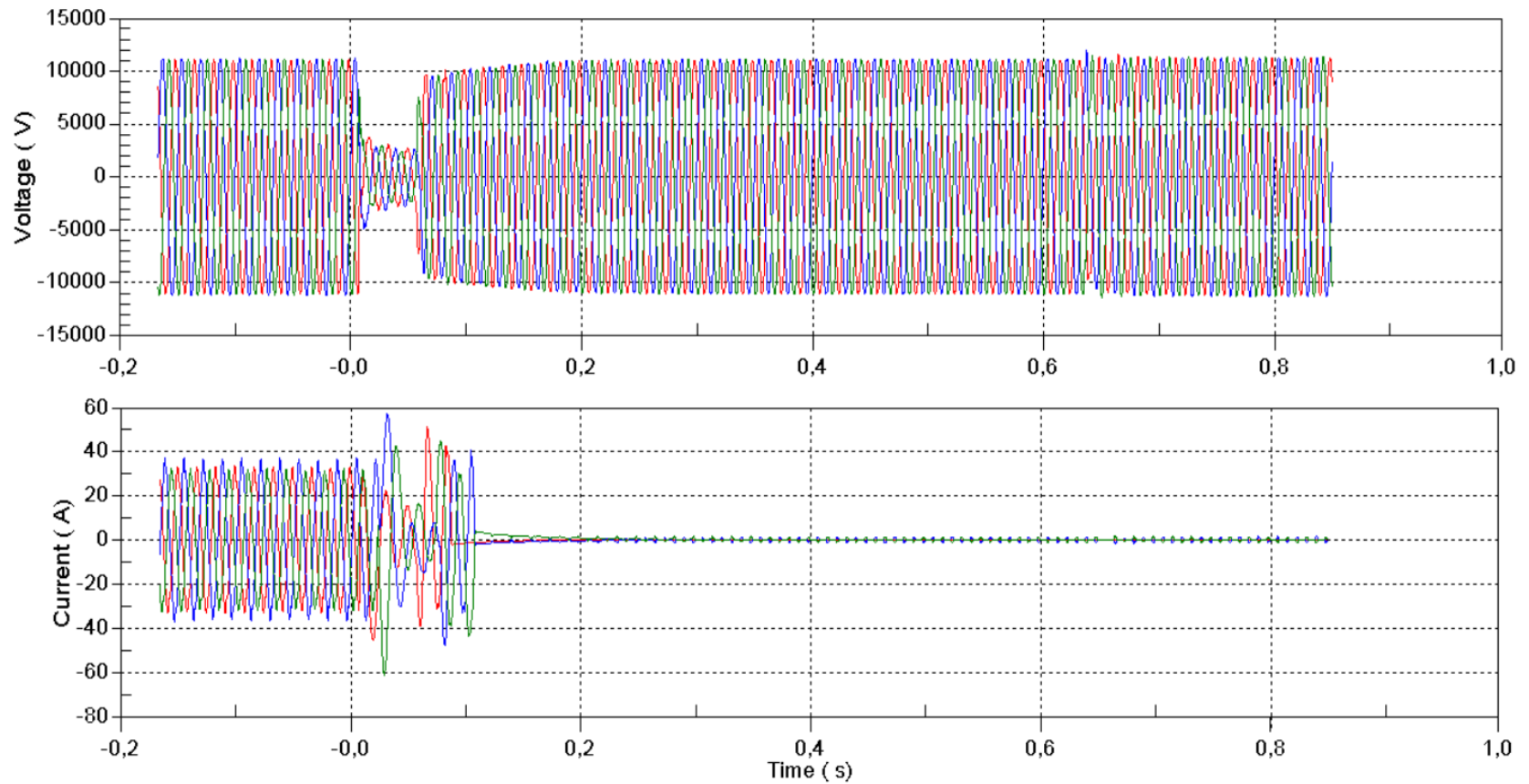
9. Análise Técnica de Reclamações Associadas com VTCDs

Afundamentos momentâneos de tensão



9. Análise Técnica de Reclamações Associadas com VTCDs

Afundamentos momentâneos de tensão



9. Análise Técnica de Reclamações Associadas com VTCDs

Afundamentos momentâneos de tensão



9. Análise Técnica de Reclamações Associadas com VTCDs

Afundamentos momentâneos de tensão



9. Análise Técnica de Reclamações Associadas com VTCDs

Afundamentos momentâneos de tensão

