



UFPR



TE 991
Tópicos em
Qualidade de
Energia Elétrica

Cap. 5 – Flutuação
de tensão

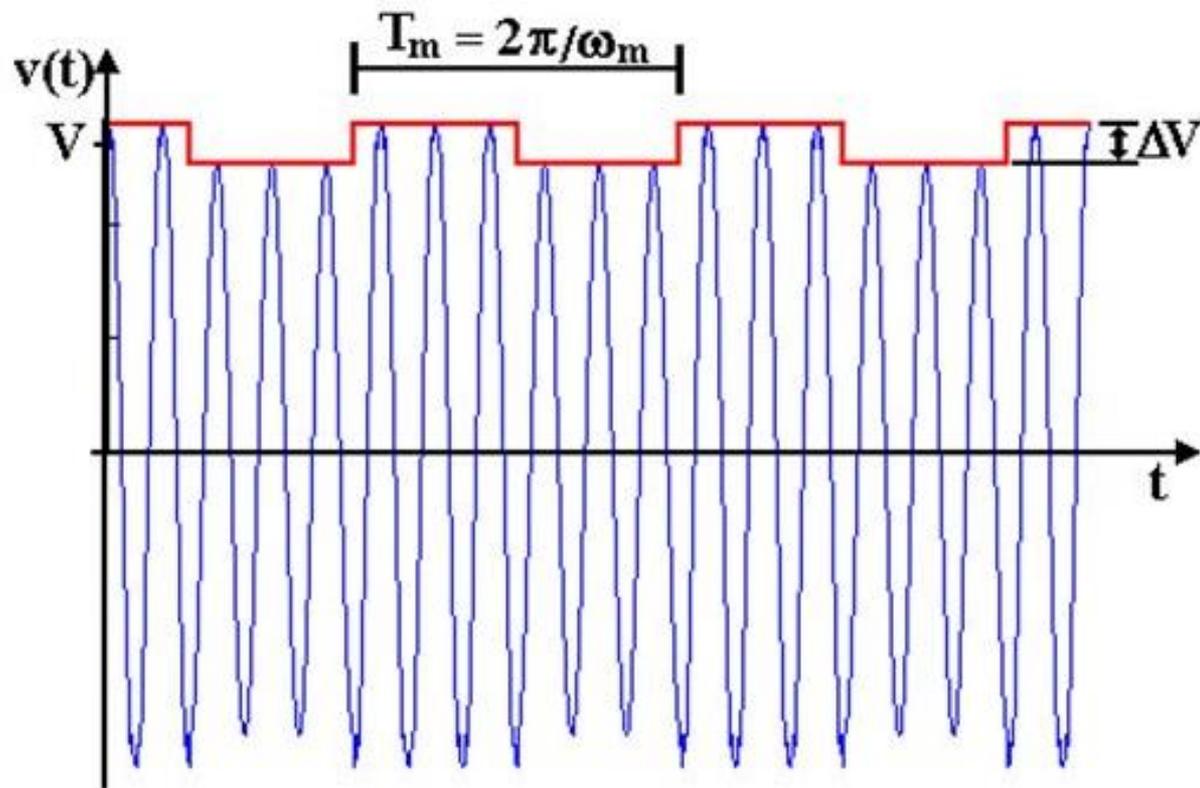
Prof. Mateus Duarte
Teixeira

1. Definição

“São variações sistemáticas dos valores eficazes de tensão, ou uma série de mudanças aleatórias, cujas magnitudes normalmente não excedem faixas de valores pré-estabelecidos (faixa compreendida entre 0,95 e 1,05 pu).”

1. Definição

Periódica

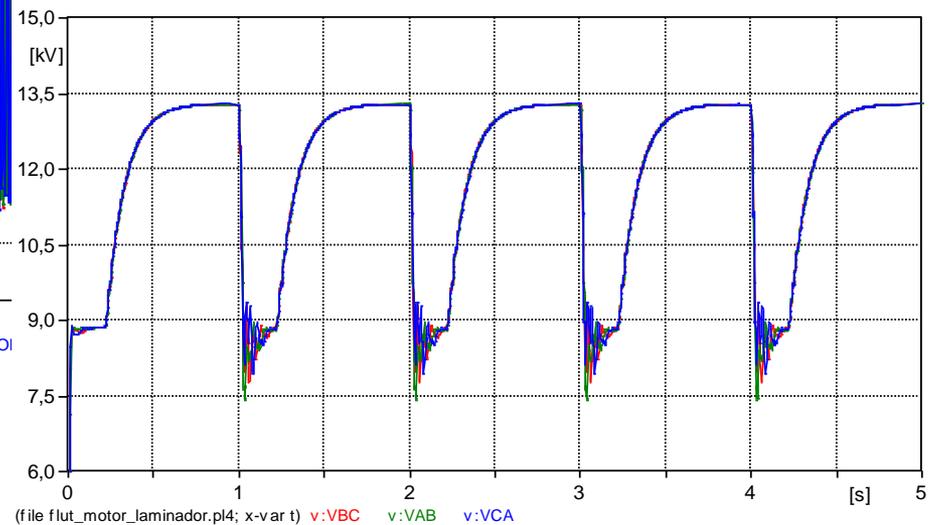
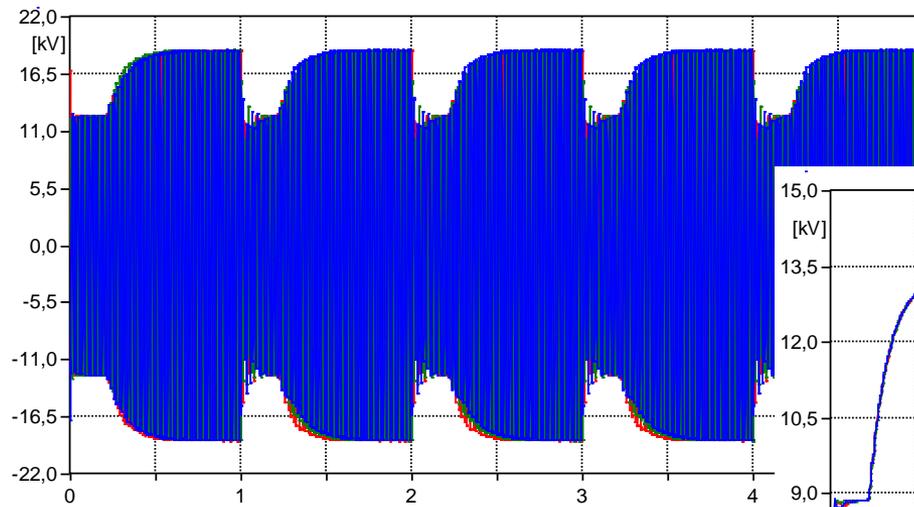
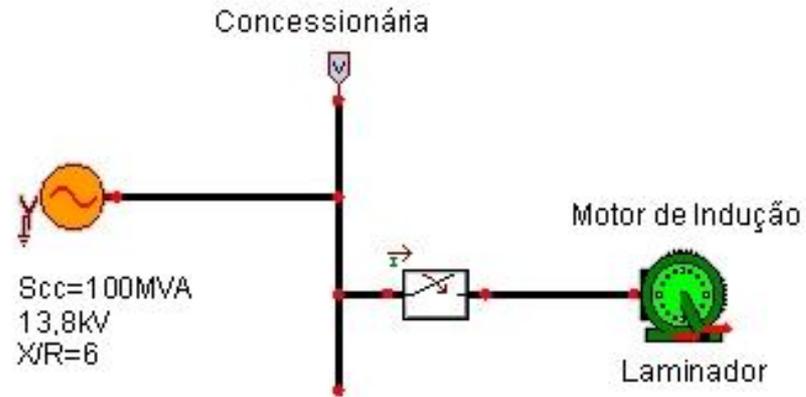


1. Definição

- Flutuação de tensão é um fenômeno eletromagnético enquanto flicker é o resultado indesejável da flutuação de tensão em lâmpadas incandescentes e em menor escala nas fluorescentes e led's. Dos itens de avaliação da Qualidade da Tensão, o efeito flicker apresenta destacada importância, uma vez que as pesquisas mostraram que, seu efeito sobre as pessoas, pode se manifestar sob a forma de incômodo visual, irritação, perda de concentração e nos casos extremos, sob a forma de problemas neurológicos.

1. Definição

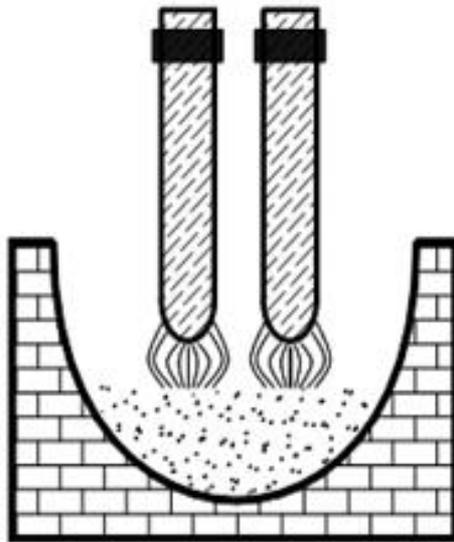
- Flutuações Aleatórias:
 - A principal fonte destas flutuações são os fornos a arco, onde as amplitudes das oscilações dependem do estado de fusão do material, bem como do nível de curto-circuito da instalação;
- Flutuações Repetitivas:
 - Máquinas de solda;
 - Laminadores;
 - Elevadores de minas; e
 - Ferrovias, etc.
- Flutuações Esporádicas:
 - A principal fonte causadora destas oscilações é a partida direta de grandes motores.



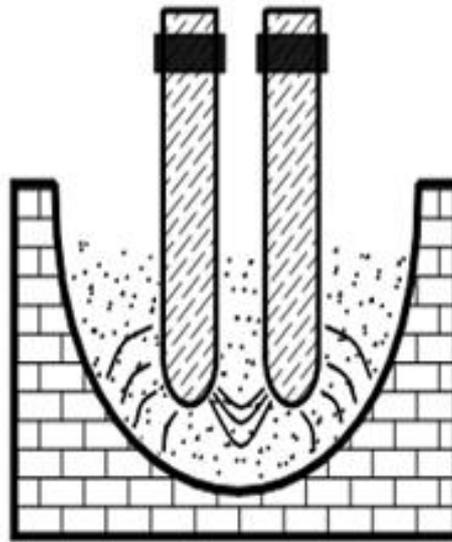
2. Principais Cargas Geradoras de Flutuações de Tensão

Forno a Arco

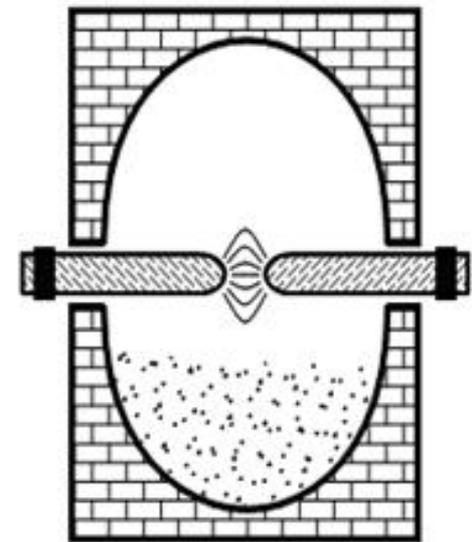
- Um forno elétrico a arco é uma máquina elétrica que transforma energia elétrica em energia térmica



Fornos a Arco Direto



Fornos a Arco Indireto

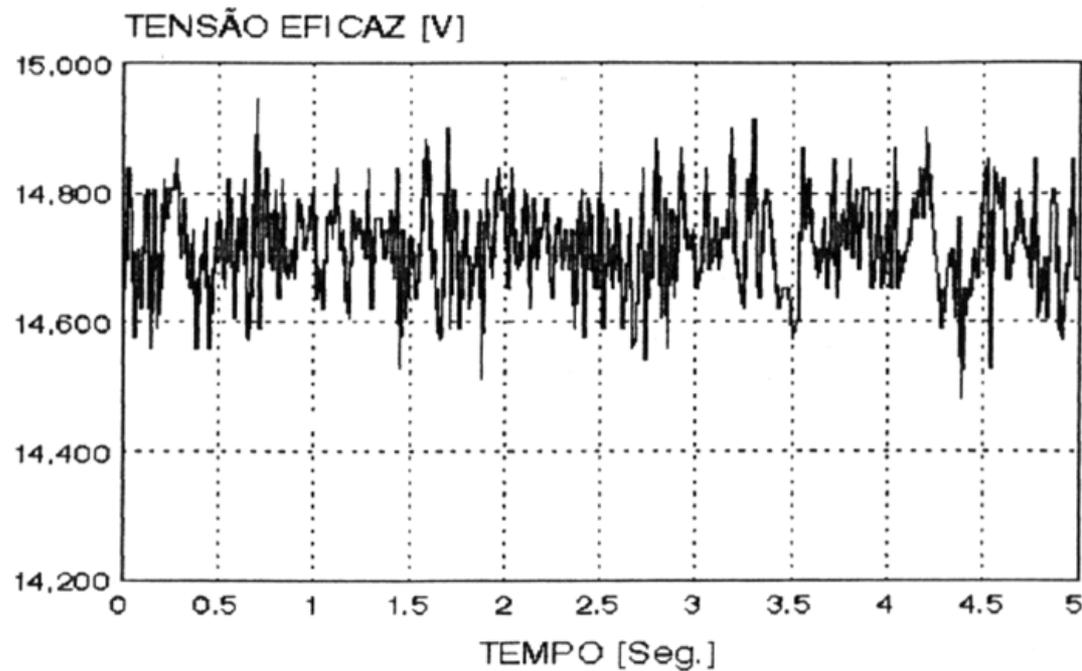


Fornos a Arco Submerso

2. Principais Cargas Geradoras de Flutuações de Tensão

Forno a Arco

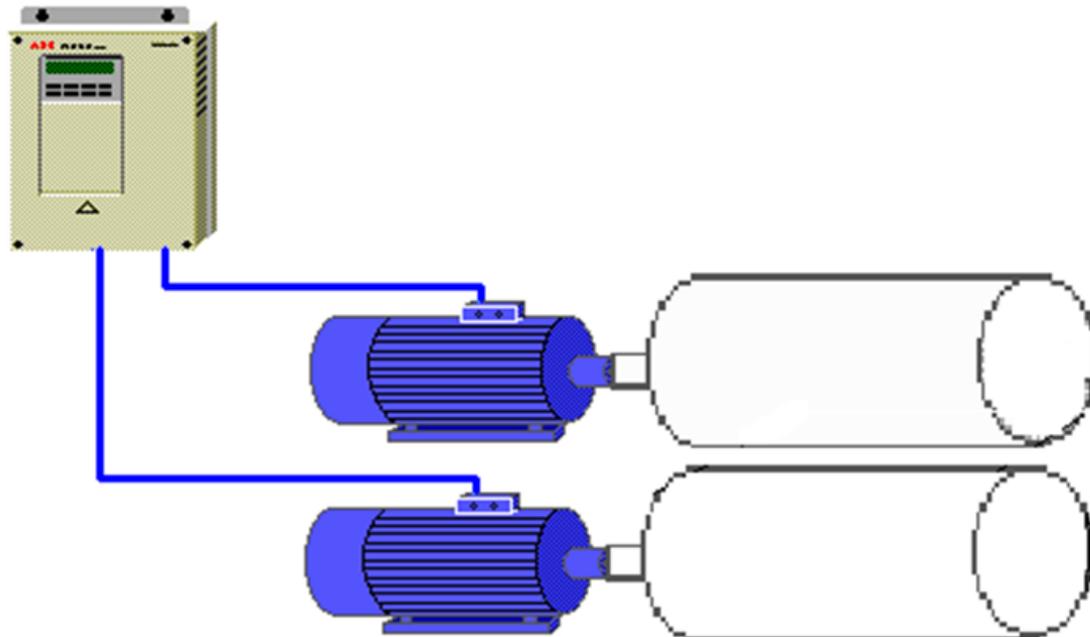
- Comportamento da tensão em um forno a arco



2. Principais Cargas Geradoras de Flutuações de Tensão

Laminadores

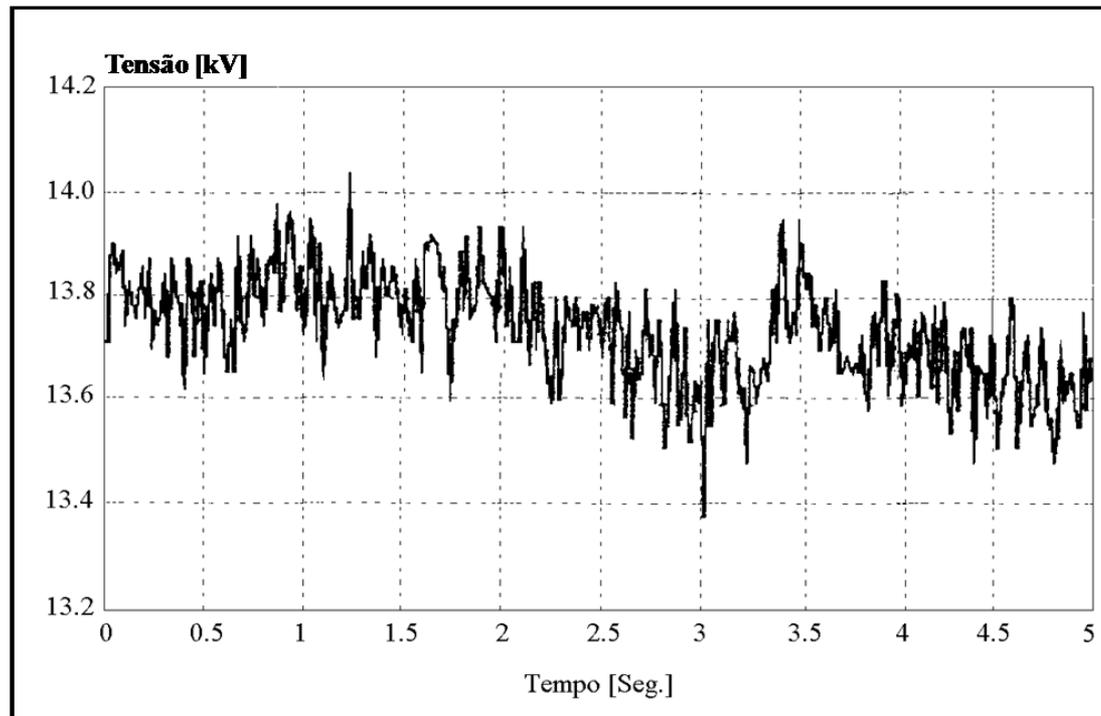
- Os laminadores são usados largamente em processos siderúrgicos para moldar chapas de ferro e aço



2. Principais Cargas Geradoras de Flutuações de Tensão

Forno a Arco

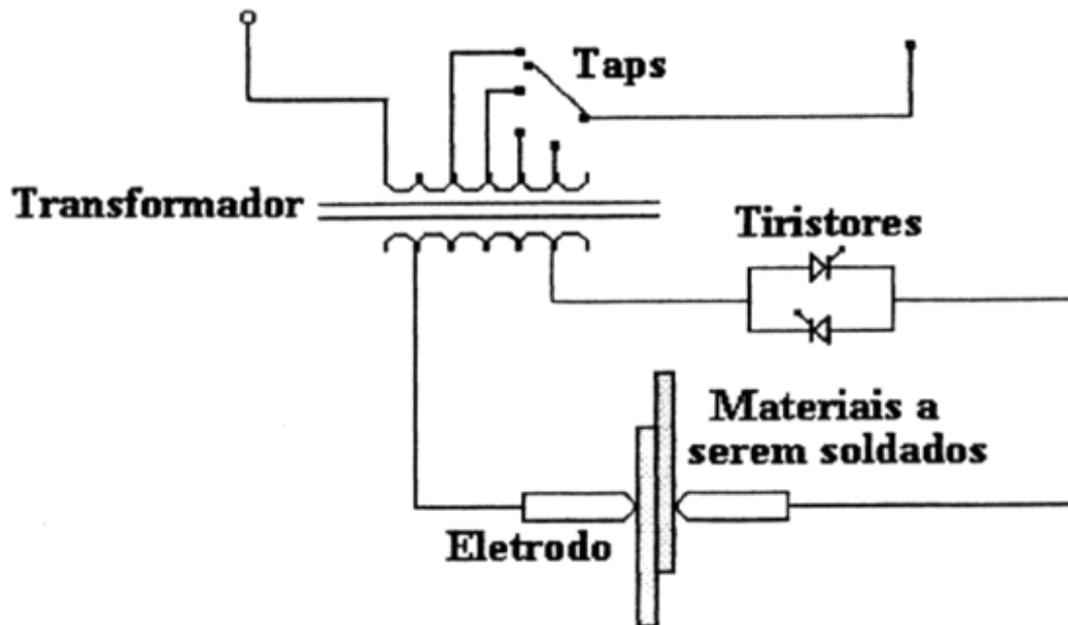
- Comportamento da tensão em um laminador



2. Principais Cargas Geradoras de Flutuações de Tensão

Máquinas Elétricas de Solda

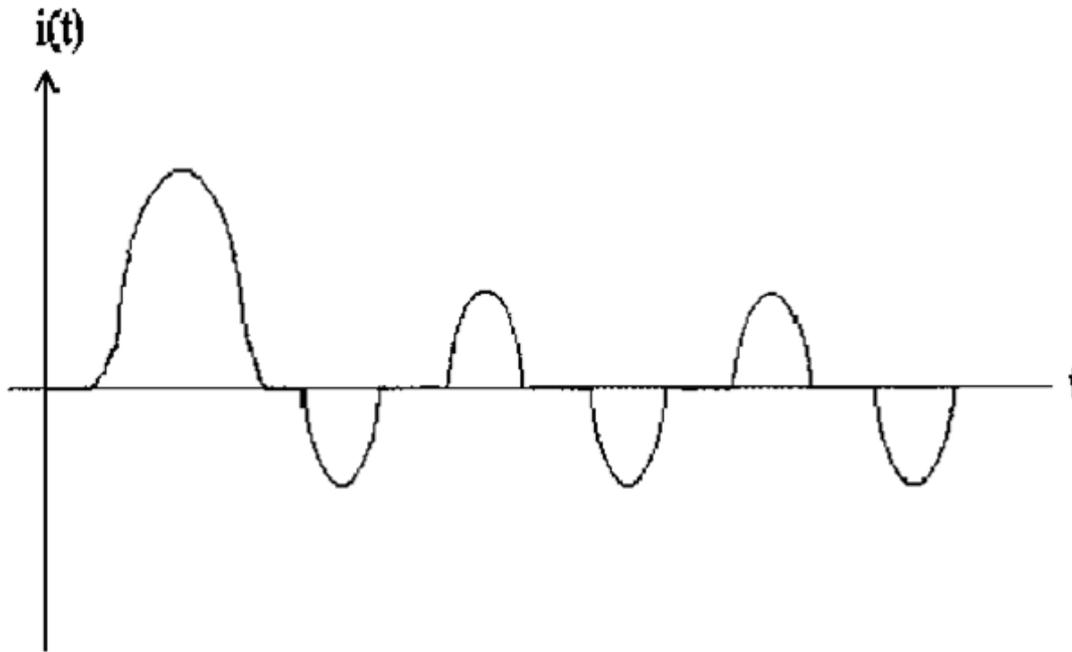
- Utilizado nas mais diversas indústrias trabalha com o princípio do arco elétrico



2. Principais Cargas Geradoras de Flutuações de Tensão

Máquinas Elétricas de Solda

- Comportamento da corrente de uma máquina de solda



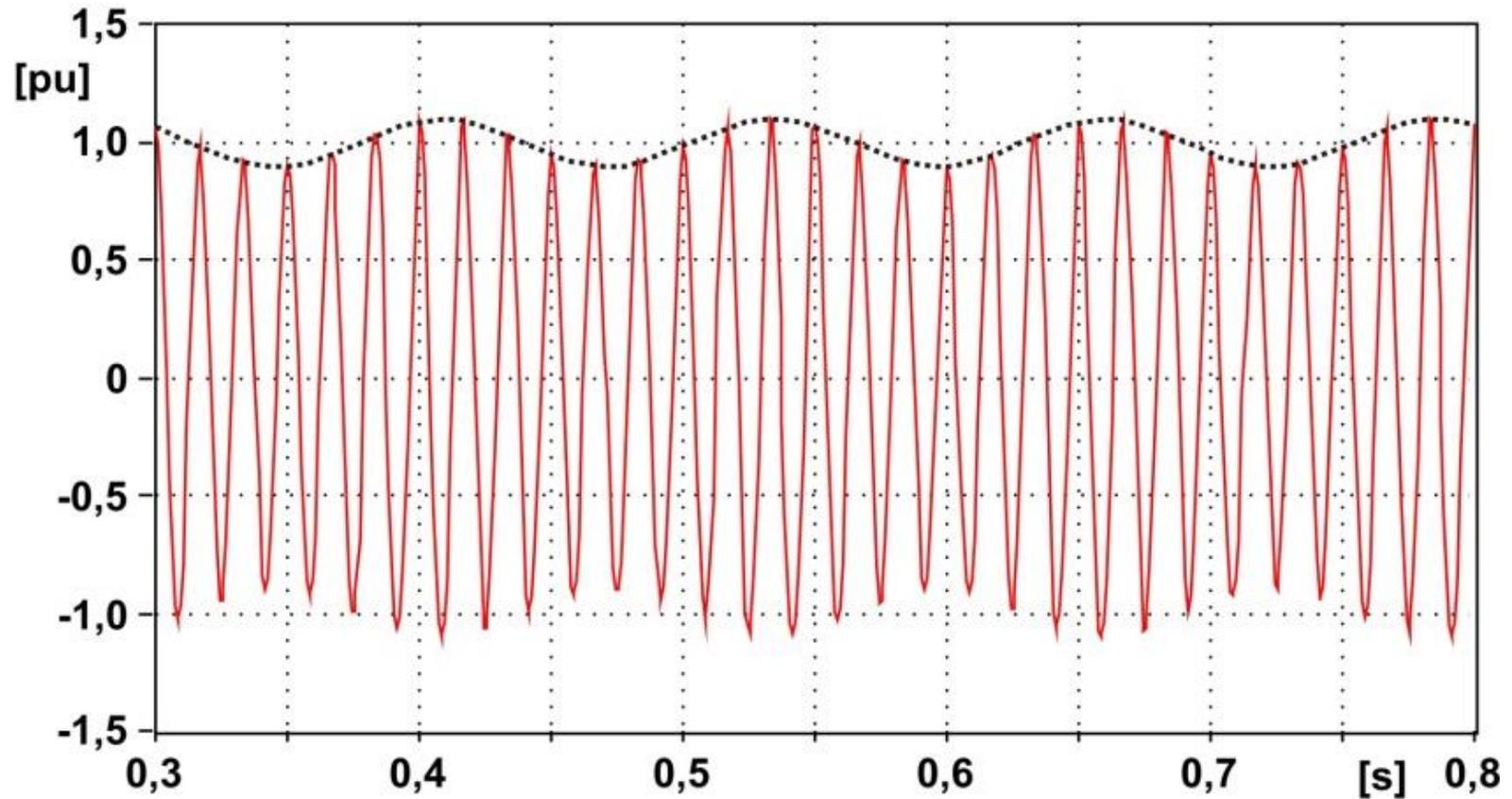
3. Efeitos da Flutuação de Tensão

- Oscilações de potência e torque de motores elétricos;
- Interferência na instrumentação eletrônica, equipamentos de processamento de dados e de controle de processos industriais;
- Interferência em aparelhos residenciais, tais como: vídeos, relógios digitais e TV's;
- Redução da velocidade de fusão e da produtividade de fornos a arco;
- Falhas ou comprometimento do processo de soldagem;
- Desconforto visual provocado pela cintilação luminosa das lâmpadas, principalmente das incandescentes - Flicker.

4. Aspectos Gerais Sobre o Flicker

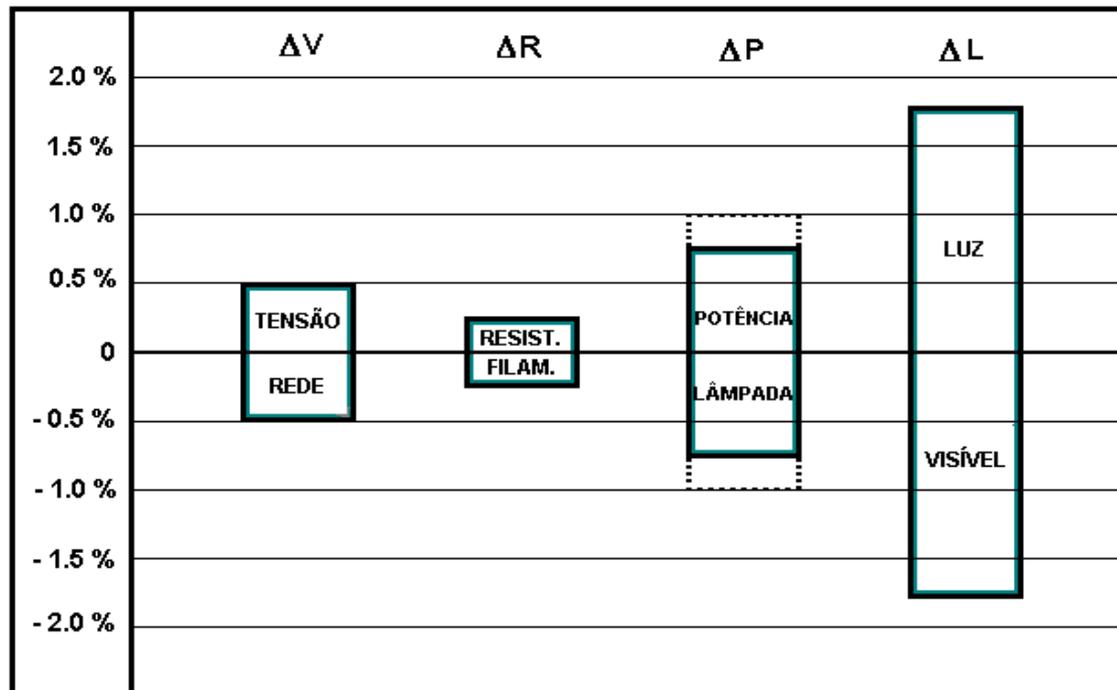
- Conforme pode ser observado, a tensão fundamental encontra-se modulada por um sinal de tensão de baixa frequência. Como consequência deste suprimento elétrico tem-se o efeito no comportamento das lâmpadas incandescentes como mais significativos, já que a variação luminosa é decorrente da variação da energia dissipada pela lâmpada e, portanto, acompanha as variações de amplitude e frequência da tensão de alimentação.

4. Aspectos Gerais Sobre o Flicker



4. Aspectos Gerais Sobre o Flicker

- Inter-relacionamento existente entre as variações de tensão e a intensidade luminosa apresentada pelas lâmpadas incandescentes de 120 V e potências de 100, 60 e 40 W; comportamentos semelhantes também foram obtidos para lâmpadas de 220 V.



5. Métodos para a Avaliação do Flicker

- Método Britânico: proposto pela ERA - “Electrical Research Association”;
- Método Francês: apresentado através da “Electricité de France”;
- Método Padrão: proposto pela UIE - União Internacional de Eletrotermia.

5. Métodos para a Avaliação do Flicker

- Cada um dos Métodos de Avaliação do efeito flicker possui filosofias distintas, no entanto, alguns fundamentos comuns podem ser destacados:
- A lâmpada incandescente é adotada como referência para a quantificação do efeito flicker;
- Os procedimentos baseiam-se no princípio de modulação de sinais;
- Os métodos, Britânico e Padrão, utilizam teorias estatísticas considerando o caráter aleatório das flutuações de tensão;
- Os métodos, Francês e Padrão, valorizam as frequências críticas existentes no sinal modulante, causadoras de maior incômodo ao olho humano.

5. Métodos para a Avaliação do Flicker

- Os parâmetros básicos que determinam as flutuações de tensão são os índices de severidade de cintilamento em curto prazo Pst e severidade de cintilamento em longo prazo Plt. Eles se referem aos efeitos do cintilamento em seres humanos.
- O indicador Pst representa a severidade dos níveis de cintilação associados à flutuação de tensão verificada num período contínuo de 10 (dez) minutos e é calculado a partir dos níveis instantâneos de sensação de cintilação.

5. Métodos para a Avaliação do Flicker

- O indicador Plt representa a severidade dos níveis de cintilação causados pela flutuação de tensão verificada num período contínuo de 2 (duas) horas e é calculado a partir dos registros de Pst.
- PstD95% é o valor diário do indicador Pst que foi superado em apenas 5% dos registros obtidos no período de 24 horas. PltS95% é o valor semanal do indicador Plt que foi superado em apenas 5% dos registros obtidos no período de sete dias completos e consecutivos.

5. Métodos para a Avaliação do Flicker

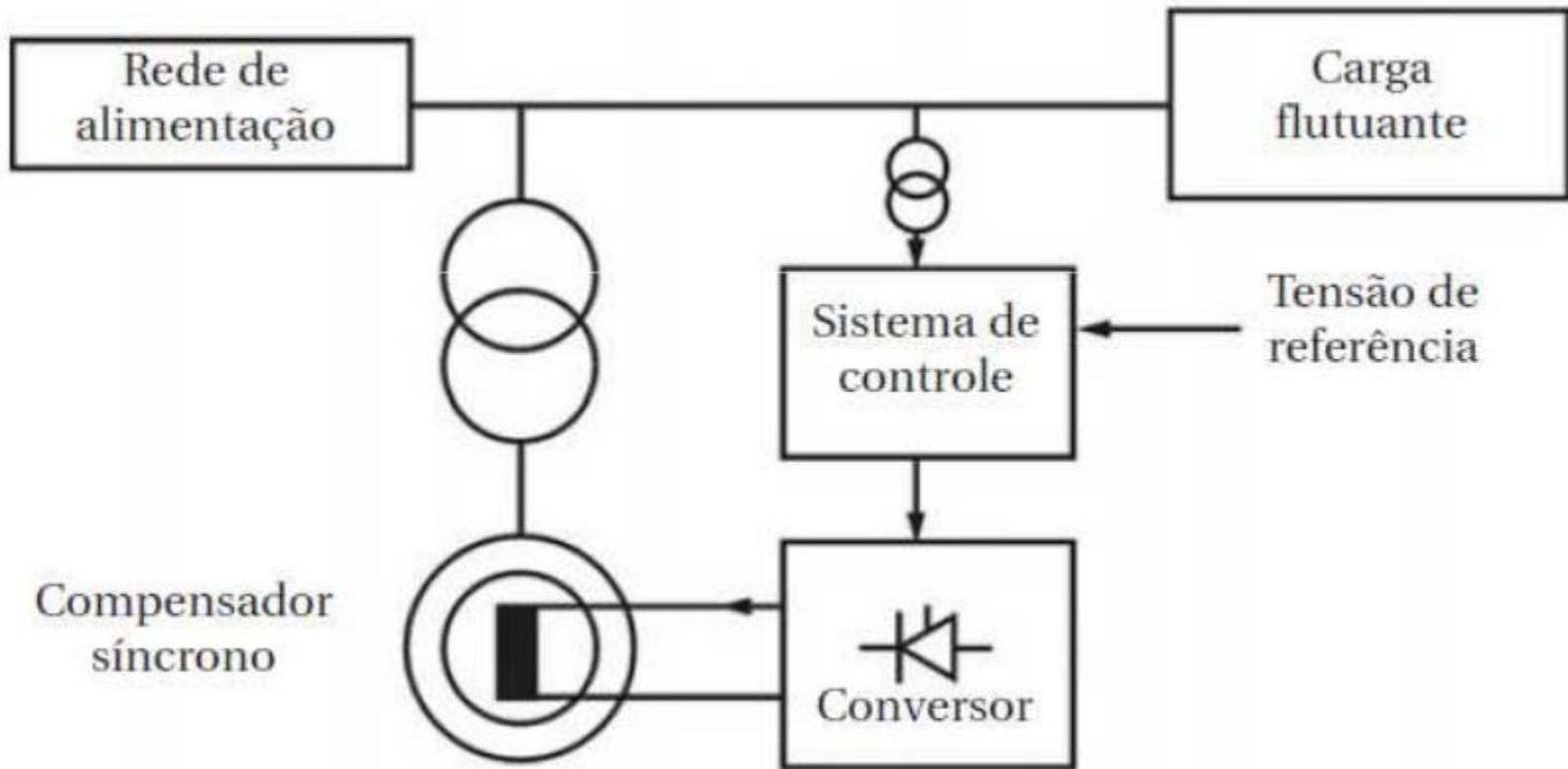
- A norma IEC 61000-3-3 define valores limites para o Pst e o Plt. O índice de severidade de cintilamento de valor 1,0 representa um nível no qual 50% das pessoas testadas percebem a existência do cintilamento.

Value	Observation Interval	Limiting Value
Pst	10 min	1.0
Plt	2 h	0.65

6. Solução

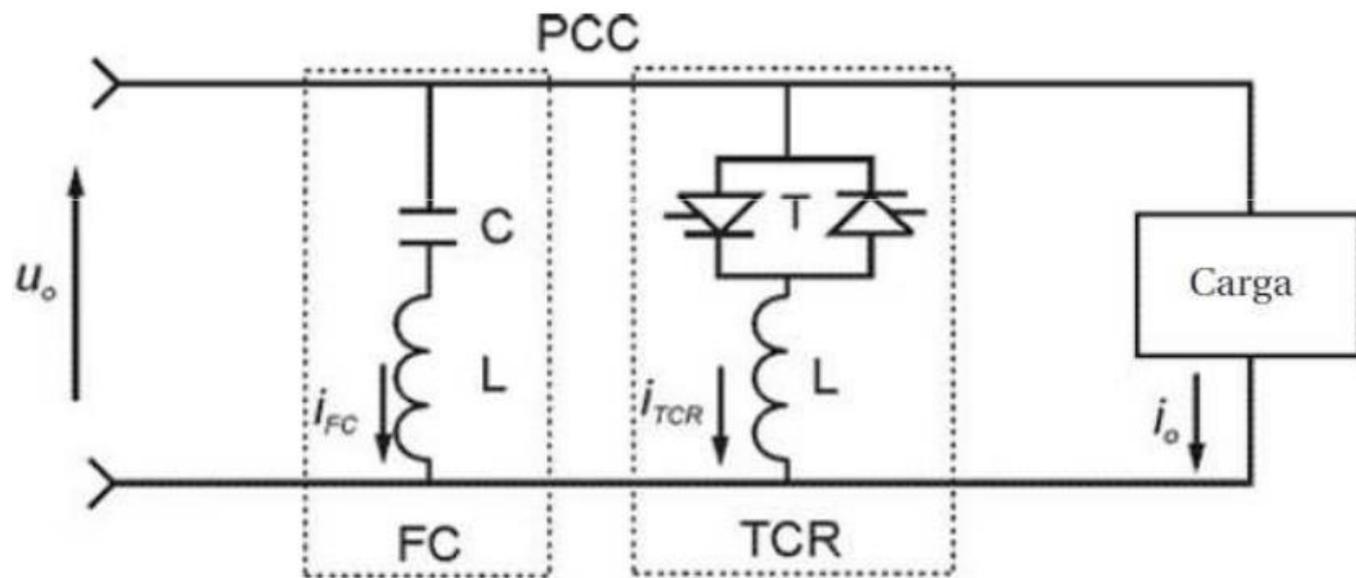
- As amplitudes das flutuações de tensão podem ser limitadas pelo aumento da potência de curto-circuito. Isso pode ser obtido, aumentando a potência do transformador que alimenta a carga flutuante.
- Outra solução para atenuar o problema é reduzir as variações de energia reativa no sistema de alimentação pela instalação de compensadores dinâmicos, também chamados de estabilizadores dinâmicos.

6. Solução



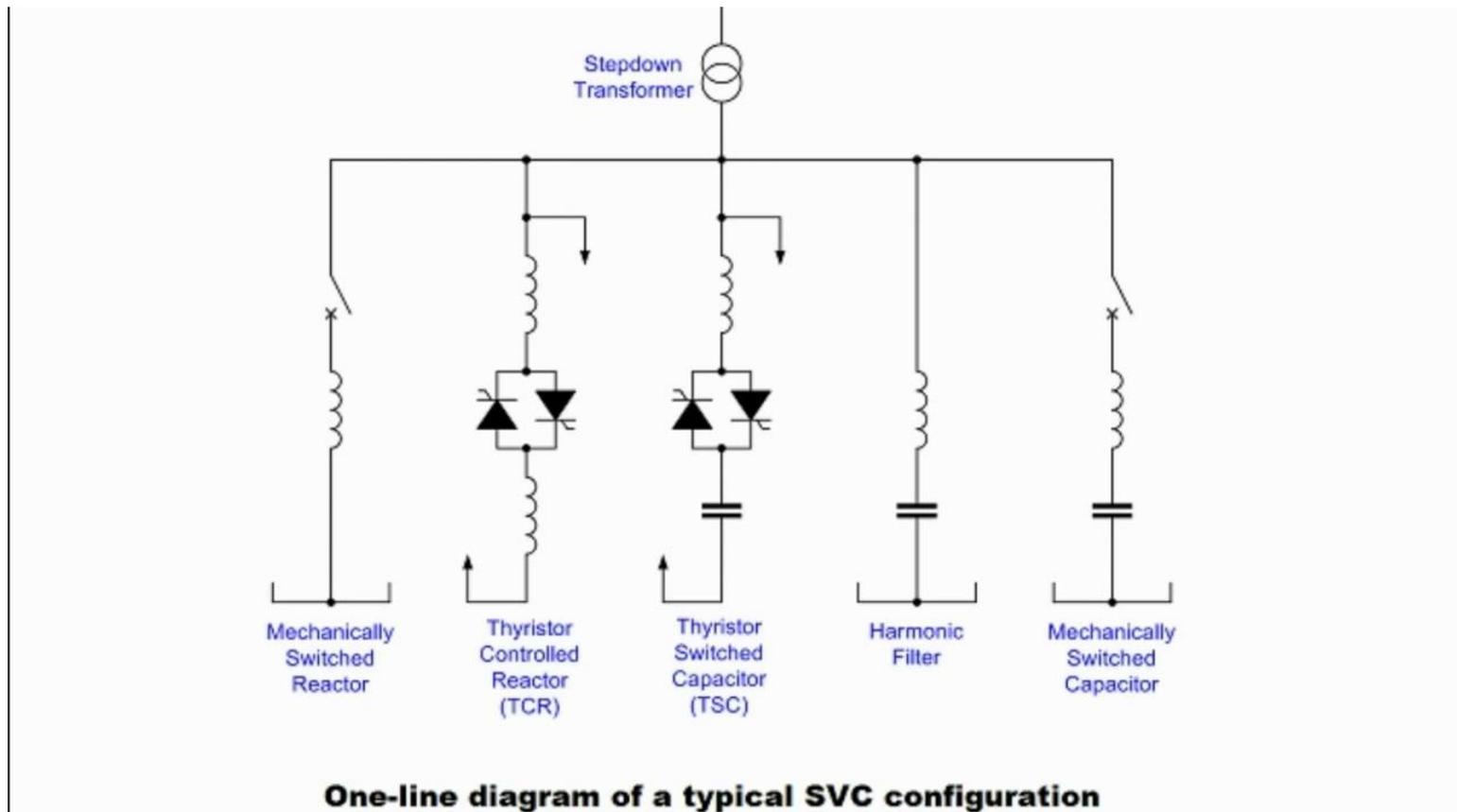
6. Solução

- O compensador estático de reativo é capaz de solicitar corrente capacitiva e/ou indutiva controlada de um sistema elétrico de forma a gerar ou absorver energia reativa.



6. Solução

SVC (Static VAR Compensator)



6. Solução

SVC (Static VAR Compensator)



6. Solução

SVC (Static VAR Compensator)

