

## UNIDADE III

# "FLICKER" (PISCAR DAS FONTES LUMINOSAS)

### 1. INTRODUÇÃO

O flicker é relacionado a mudanças na iluminação; é o resultado de pequenas flutuações de tensão provocadas pelo funcionamento de cargas variáveis importantes: fornos de arco, equipamentos de solda, motores, etc.

Provoca uma fadiga física e psíquica aos usuários da iluminação que se encontra conectada perto da carga perturbadora.

O flicker ou piscar das forças luminosas (do inglês: to flicker = piscar) define-se como «impressão subjetiva de flutuação da luminância». É um fenômeno de origem fisiológica visual que sentem os usuários de lâmpadas alimentadas por um circuito comum para a iluminação e é uma carga perturbadora.

O incômodo do piscar ocorre nas lâmpadas de BT.

Na origem deste fenômeno estão as flutuações bruscas da tensão de rede. Nesta definição do flicker somente são incluídas as flutuações:

- de amplitude < 10%,
- de período < 1 hora.

Fundamentalmente, o flicker é o resultado de flutuações rápidas de pequena amplitude da tensão de alimentação, provocadas:

1. Pela flutuação na potência que absorvem diversos receptores como: fornos de arco, máquinas de soldar, motores, etc.
2. Pela conexão e desconexão de cargas importantes tais como: partida de motores, manobra de baterias de condensadores em degraus, etc.

Especialmente estudado em lâmpadas de incandescência, o flicker é mais ou menos importante segundo o tipo de fonte luminosa.

Podem existir causas diferentes das variações de tensão.

Durante 50 anos, o flicker foi objeto de numerosas publicações. Agora é um fenômeno bem definido (norma IEC 868), analisado, mensurável, para o qual existem métodos de previsão e soluções.

Resumindo, o flicker é uma impressão subjetiva da flutuação de iluminação ou variação notória instantânea dos níveis de iluminação ocasionada por flutuações de tensão na rede de alimentação elétrica. Origina em quem a percebe uma sensação desagradável (vide a figura 3.1).

O flicker depende fundamentalmente da frequência, amplitude e duração das flutuações de tensão que o causam. Estas oscilam entre 0,5 Hz e 30 Hz de frequência.

A tolerância do flicker é de 1 Pst (nível de severidade de curta duração).

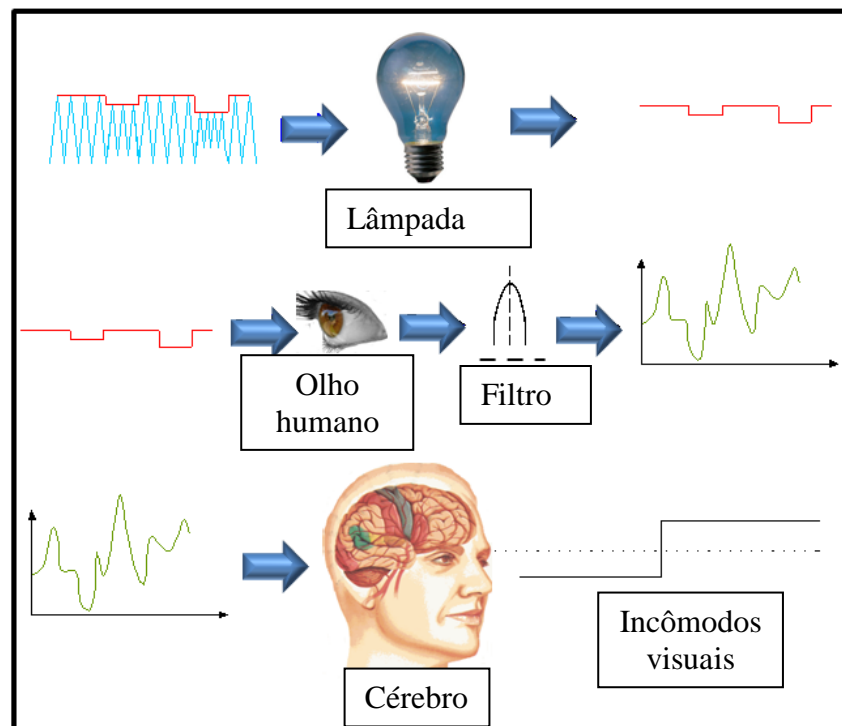


Figura 3.1 Flicker, um parâmetro que afeta o ser humano.

## 2. ORIGEM

Os dois principais tipos de flutuação de tensão que provocam flicker são:

- As variações de tensões periódicas e rápidas.
- As variações bruscas de tensão.

Existem outras duas causas de flicker:

- Mau funcionamento do sistema de iluminação.
- Os inter-harmônicos e os sub-harmônicos.

## 2.1 AS VARIAÇÕES DE TENSÕES PERIÓDICAS E RÁPIDAS

Estas variações periódicas ou erráticas permanentes têm uma decomposição espectral em uma banda desde 0,5 Hz a 25 Hz.

Devem-se a cargas (ou conjunto de cargas) cuja utilização caracteriza-se por uma constante variação da sua demanda (por exemplo: fornos de arco, equipamentos de solda,...).

## 2.2 AS VARIAÇÕES BRUSCAS DE TENSÃO

Trata-se de variações bruscas de tensão que se produzem de forma sistemática ou errática (intervalos entre variações superiores a alguns segundos).

Estas variações se devem às colocações em funcionamento de cargas importantes como: partida de motores, manobra de bateria de compensação,...

Os equipamentos elétricos que ocasionam estas flutuações de tensão, durante o seu funcionamento, têm importantes variações cíclicas de intensidade de corrente.

Estas correntes, ao circular pela impedância interna da fonte de alimentação, provocam quedas de tensão ( $\Delta U$ ) importantes provocando o flicker.

Cabe indicar que a impedância interna é inversamente proporcional à potência de curto-circuito no ponto de instalação.

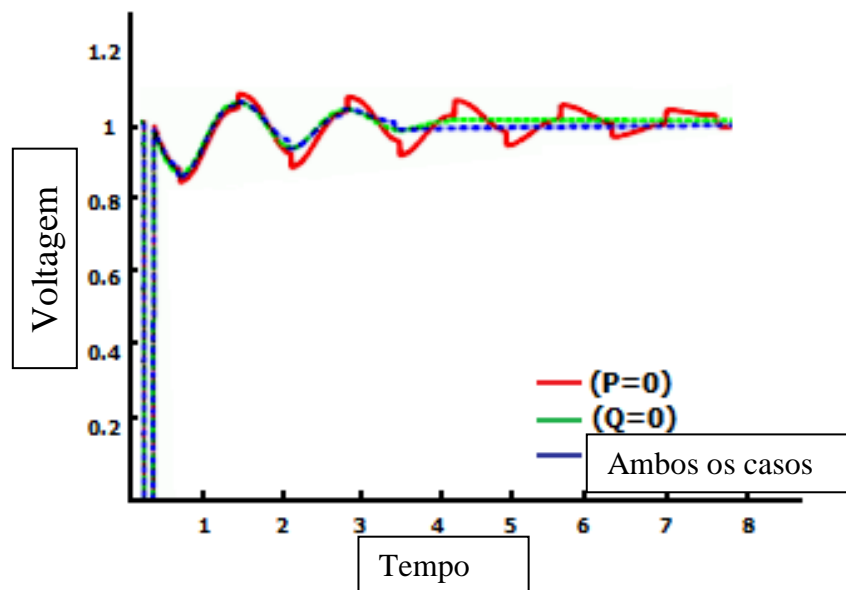


Figura 3.2 curva Flicker de voltagem.

### **2.3 MAU FUNCIONAMENTO DO SISTEMA DE ILUMINAÇÃO**

Uma flutuação do fluxo luminoso também pode se dever a um mau funcionamento do sistema de iluminação. Esta é a primeira hipótese a comprovar em caso de problemas!

Por exemplo, as lâmpadas fluorescentes incorporam um balastro:

- Os tubos com balastro ferromagnético tradicional, além do piscar que se observa no final da sua vida, podem gerar flicker quando estão associados a um regulador. Em efeito, a ionização do gás não é assegurada quando o comando de ângulo de fase amputa uma parte da senoide.
- Os tubos com balastro eletrônico geralmente são insensíveis às variações da sua tensão de alimentação. Existem balastros que podem utilizar reguladores com comando por ângulo de fase, N este caso foi possível observar piscadas na presença de harmônicos ou correntes portadoras (detecção insegura da passagem por zero da tensão).

### **2.4 OS INTER-HARMÔNICOS E OS SUB-HARMÔNICOS**

Os inter-harmônicos e sub-harmônicos são fenômenos elétricos que, diferentemente dos harmônicos de tensão e corrente, têm frequências que não são múltiplos da frequência fundamental. Os primeiros têm frequências maiores que a fundamental e os segundos menores que a fundamental.

Demonstrou-se e constatou-se que, em certas condições, a presença de inter-harmônicos na tensão de alimentação também é uma fonte do flicker.

Em particular:

- As lâmpadas de incandescência são sensíveis na banda de frequências compreendidas entre 20 Hz e 80 Hz.
- Os fluorescentes são a frequências superiores a 120 Hz.

### **2.5 EQUIPAMENTOS GERADORES DE FLICKER**

#### **O forno de arco**

É o principal gerador de flicker. Seu normal funcionamento provoca algumas flutuações de tensão, as quais são sentidas tanto mais quanto maior for a relação entre a potência dos fornos e a potência de curto-circuito da rede.

#### **Máquinas com cargas flutuantes**

Os motores potentes ou grupos de motores, com partidas e paradas frequentes ou com carga variável (como os dos trens de laminação), bem como as máquinas com par resistente alterno (compressores), podem produzir flicker.

### **Reguladores de potência com tiristores**

Para evitar os inconvenientes do «comando por ângulo de fase» (harmônicos e parasitos em alta frequência), os reguladores com tiristores (às vezes chamados também «convertidores») funcionam em «comando sincopado» quando a sua carga o permite.

Os tiristores de comando sincopado ligam-se durante períodos inteiros (regulação por trem de ondas inteiras), mas os tempos de condução são muito breves, repetidos em frequências de alguns hertz. Portanto, são geradores de flicker. Por exemplo, para evitar este fenómeno no campo do aquecimento eléctrico, as normas impõem aos construtores alguns sistemas de regulação tais que a potência não comute mais de uma vez em 20 segundos.

### **Os equipamentos de solda**

Os soldadores de arco de potência relativamente fraca não são muito incômodos (salvo utilização intensiva na casa de um assinante em BT). Contrariamente, os ciclos repetitivos de soldadores por resistência, em frequências compreendidas entre 0,1 e 1 Hz, estão na origem de perturbações na forma de oscilações bruscas de tensão.

## **3. INCONVENIENTES DO FLICKER, SENSIBILIDADE DAS FONTES LUMINOSAS**

As flutuações de tensão não afetam, em general, o bom funcionamento dos aparelhos conectados, enquanto a alteração for inferior aos limites contratuais de variação de tensão de alimentação. No entanto, estas flutuações podem afetar o fluxo luminoso segundo os diferentes tipos de iluminação.

Como conclusão, pode-se afirmar que todas as fontes luminosas são sensíveis às variações de tensão. Estas ocorrem em ordem de sensibilidade decrescente:

- As lâmpadas de vapor de mercúrio ou de sódio utilizadas em locais onde o piscar é pouco incômodo (espaços exteriores, monumentos, estradas, etc.).
- As lâmpadas de incandescência.
- As lâmpadas fluorescentes.

Os receptores de televisão, bem como as telas dos sistemas informáticos, têm uma certa sensibilidade ao flicker. Esta sensibilidade é muito variável segundo os aparelhos. Não dispomos de um estudo preciso a respeito.

#### **4. OS PARÂMETROS PST E PLT**

A quantificação e a medida do fenômeno do flicker são bastante complexas, visto que ao mesmo tempo fazem intervir fatores técnicos, fisiológicos e psicológicos. Como quantificar e medir a sensação de incômodo experimentado pelo homem.

A seguir apresentam-se, em ordem cronológica, as diferentes etapas que permitiram que agora o flicker seja um fenômeno bem definido, quantificado e mensurável:

- Análise experimental da moléstia notada pelo homem submetido a um flicker devido a flutuações de tensão.
- Quantificação do flicker e definição de unidades de medida: flicker instantâneo, doses de flicker.
- Realização de um procedimento de medida.
- Elaboração de uma análise de medida estatística.
- Introdução dos parâmetros que definem o incômodo por flicker: **Pst** (em curto prazo) e **Plt** (em longo prazo).

Ou seja, a avaliação final da severidade do flicker segundo a Norma IEC 868 expressa-se por dois parâmetros: o Pst (curta duração) e o Plt (longa duração). Pst e Plt são as «unidades de medida» do flicker; magnitudes sem dimensões físicas, aqui denominadas «parâmetros».

Enquanto o Pst é determinado com um algoritmo multiponto utilizando 5 pontos de medição, P0, P1, P3, P10 e P50, o Plt calcula-se a partir de vários valores de Pst. Assim sendo, para Pst recomenda-se calcular sobre um período de 10 minutos e para Plt calcular 12 valores de Pst em um período de 2 horas.

Este método de quantificação do flicker tem a vantagem de ser «universal»: independente do tipo de flutuação (periódica, súbita, senoidal, com outras formas, etc.) e, portanto, independente do tipo de perturbação.

#### **5. DEFINIÇÃO TEÓRICA DA MOLÉSTIA, QUANTIFICAÇÃO E MEDIDA DO FLICKER**

As flutuações de tensão como as anteriormente descritas podem ser analisadas com um método de medida: o flickermeter da UIE (União Internacional de Electrotermia).

O flickermeter proporciona um número de parâmetros diferentes de medida e de análise: valor eficaz do sinal, sensação de flicker instantâneo, doses de flicker por minutos, Função de Probabilidade Acumulada (FPC), análise estadística, cálculos dos valores Pst e Plt, etc.

## **LIMITES**

Cada distribuidor de energia elétrica vela pela qualidade da eletricidade que fornece. Para cada tipo de perturbação exigirá certos limites à perturbação aportada por cada um dos seus clientes a fim de assegurar um bom funcionamento de toda a sua rede. Os textos 1000-3-3, 1000-3-5 da IEC fixam limites com relação ao flicker.

## **6. SOLUÇÕES**

Podem ser consideradas diversas soluções dependendo da utilização e nível de tensão. Dentro do alcance deste texto mencionaremos o método de "Escolha do sistema de iluminação".

### **ESCOLHA DO SISTEMA DE ILUMINAÇÃO**

Já que existem fontes luminosas mais ou menos sensíveis ao flicker, a solução evidente e a primeira que deve ser considerada é escolher bem estas fontes.

As lâmpadas fluorescentes têm sensibilidade às variações de tensão duas ou três vezes menor que as lâmpadas de incandescência. Assim sendo, apresentam-se como a melhor escolha.

Além disso, a investigação dos fabricantes para melhorar a eficácia luminosa e reduzir as dimensões dos seus produtos levou à criação de «balastros eletrônicos», ou alimentações de alta frequência (>20 kHz) dos fluorescentes (tubos ou lâmpadas fluxo-compactas):

- Melhora da eficácia em 10%.
- Redução do consumo na ordem de 20%.

O comportamento das fontes luminosas assim realizadas, frente ao fenômeno do piscar, também foi melhorado; no entanto, deve-se notar que:

- Seu fator de potência é próximo a 0,5.
- As correntes harmônicas que geram são muito importantes (Harmônico 3 = 30%, Harmônico 1).
- Para adaptar o nível de iluminação têm que se associar a reguladores eletrônicos, manuais ou automáticos.

**ANOTAÇÕES:**

.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....



.....

.....