

## 2) Laboratório I: Iluminância e Lâmpadas:

def (radiação eletromagnética) é uma forma de energia com caráter oscilatório, que pode ser absorvida/emitida por partículas.

$$c = \lambda \cdot f$$

(oscilação do campo magnético e elétrico que são perpendiculares entre si e ambos são perpendiculares à direção de propagação de energia).

def (Luz visível): parcela da radiação eletromagnética que é visível pelo olho humano e é responsável pelo sentido da visão.

$$\lambda: 380\text{ nm} \text{ a } 740\text{ nm}$$

ultravioleta      infravermelho

- Sistema de Síntese Aditiva: cor é percebida diretamente a partir da fonte luminosa.
- Sistema de Síntese Subtrativa: cor é percebida a partir do reflexo da luz sobre a superfície.

## → Fotometria:

def (energia radiante): é a energia da radiação eletromagnética e pode ser obtida a partir da energia irradiada em função do comprimento de onda.

$$Q_E = \int_0^{\infty} J_E(\lambda) d\lambda \quad \text{e} \quad J_E(\lambda) = \int_0^{\infty} \phi_E(\lambda) d\lambda$$

fluxo radiante  
energia radiante      energia irradiada

def (energia luminosa): é a parcela da energia da radiação eletromagnética que é visível.

def (fluxo radiante luminoso): é a medida da potência total da radiação eletromagnética total, ou seja visível, emitida a partir de uma fonte ou incidente em determinada superfície.

def (intensidade luminosa): é a medida do fluxo luminoso emitido por uma fonte numa direção particular, por unidade de ângulo ( $sr$  é esteradiano).

$$[\text{candela}] = \left[ \frac{\text{lum}}{\text{sr}} \right]$$

def (iluminância): é a medida do fluxo luminoso total incidente sobre uma superfície, por unidade de área dessa superfície.

$$\text{Intensidade luminosa: } I = \frac{d\phi}{d\omega} = \lim_{\Delta\omega \rightarrow 0} \frac{\Delta\phi}{\Delta\omega} \text{ [candela]}$$

$$\text{Iluminância: } E = \frac{d\phi}{dS} = \lim_{\Delta S \rightarrow 0} \frac{\Delta\phi}{\Delta S} \text{ [lux]} \cdot \left[ \frac{\text{lum}}{\text{m}^2} \right]$$

$$\Omega$$

$\omega = \pi / 2$

$$I = \frac{\phi}{\omega} \Rightarrow \omega = \frac{\phi}{I}$$

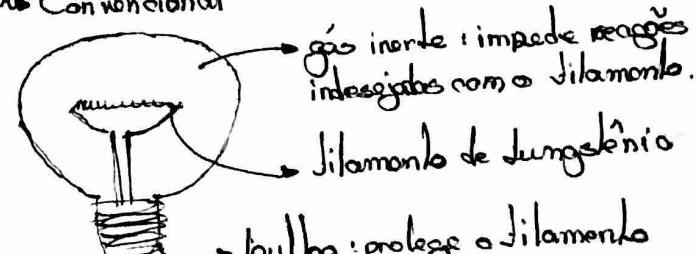
$$\frac{S}{\Omega^2} = \frac{\phi}{I} \Rightarrow \phi = \frac{I}{S} \cdot \Omega^2$$

$$= E \Rightarrow E = I / \pi / 2$$

## → Lâmpadas Elétricas

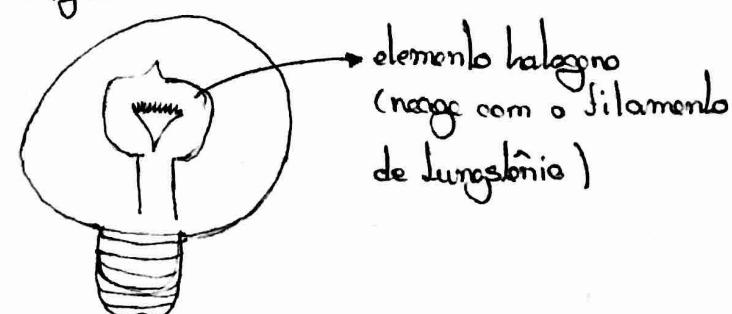
1) Lâmpadas incandescentes: produzem luz por meio de um filamento aquecido.

## → Convencional



- eficiência luminosa baixa
- a emissão de luz ocorre por um filamento de tungstênio aquecido ao ponto de incandescência.

## → Halogenas:



- baixa eficiência luminosa
- emite mais radiação ultravioleta e infravermelha do que as lâmpadas comuns
- pequenas dimensões com potências elevadas

2) Lâmpadas de descarga: produzem luz por meio de um arco elétrico através de um gás. Basam-se no uso de gás ionizado com elétrons colidindo nesse gás. Emite UV que incide na lâmpada e "gera" luz visível.

- Característica da descarga depende da pressão do gás e da frequência do sinal de corrente.
- Utilizam um gás nobre, para a partida da lâmpada
- um metal para a emissão de radiação luminosa.
  - ↳ gás ionizado + elétrons livres do metal → colisão dos átomos do metal com os átomos do gás → elétrons são expelidos e vão para um estado de maior energia → elétron retorna para seu estado natural emitindo um fóton que resulta na radiação luminosa.
- Quando a pressão dentro do tubo de descarga é bem inferior a pressão atmosférica diz-se que a lâmpada é de baixa pressão. Caso contrário, diz-se que é de alta pressão.

#### • Eletrodos:

↳ Cátodo quente: é feito de um filamento de tungstênio que opera em altas temperaturas emitindo elétrons (ajuda a manter o arco).

↳ Cátodo frio: placa móvel que opera na borda da lâmpada. O início do processo de ionização do arco elétrico ocorre quando os eletrodos são submetidos a alta pressão elétrica que deve ser aplicada para ionizar o gás.

↳ estes são classificados quanto os eletrodos

• Lâmpadas de baixa pressão: fluorescente, neon, sódio de baixa pressão (monomártica amarela)

• startor: é um dispositivo cuja função básica

é auxiliar uma ionização do gás. Com a passagem de corrente, o startor consegue a saída e arada por aquecer. Em determinada temperatura os metais que compõe o startor fazem o circuito fechado juntando também com que o filamento também seja aquecido, ionizando o gás no seu interior.

A uma certa ddp, o startor consegue a sair e o contato se abre, fazendo com que a lâmpada receba todo o potencial da fonte. (ligado em paralelo com a lâmpada)

• O neutro é importante para limitar a corrente que chega à lâmpada

• Com o neutro de partida rápida não é necessário o startor. Ao mesmo tempo que o neutro transmite o potencial para a lâmpada, aquece o filamento (ionizando o gás).

#### • Lâmpadas de Alta Pressão:

↳ Vapores Metálicos: produzem luz com grande IEC e obtém eficiências elevadas

↳ Vapor de Sódio de Alta Pressão: IEC inferior em relação a de vapores metálicos mas sua eficiência é maior (branca → amarela).

↳ Vapor de Mercúrio: tipo mais antigo (verde → amarelado).

↳ Ao desligarmos a lâmpada o metal ainda está na forma de vapor, havendo alta pressão dentro da lâmpada que impede o surgimento de um novo arco elétrico.

3) Diodos Emissores de Luz: emissão de luz em um sólido decorrente de uma corrente elétrica que o atravessa.

↳ Baixo consumo energético; vida útil maior; robustez física; custo elevado

• Necessita de mecanismos de dissipação de calor mais eficientes devido a área de emissão de radiação luminescente ser pequena.

→ Luminárias:

def.: são os aparelhos de fixação das lâmpadas

Características:

- agrada ao observador
- modificar o fluxo luminoso da fonte de luz.
- possibilitar a fácil manutenção e instalação

→ Projeto de Iluminação

O projeto consiste em definir o aparelho de iluminação a ser empregado (lâmpada e luminária), determinar a quantidade de aparelhos de iluminação para atingir o fluxo desejado e definir os pontos de instalação destes aparelhos.

Métodos :

- 1) Ponto a ponto : locais abertos
- 2) Lúmens : locais fechados

1) Método dos Lúmens:

- determinar o nível de iluminamento E.
- escolha do aparelho de iluminação
- determinar o fator de utilização Fu em função do fator K =  $\frac{C \cdot L}{n(c+4)} \cdot \frac{\text{comprimento do local}}{\text{largura do local}} \cdot \frac{\text{altura da lâmpada}}$
- determinar o fator de depreciação Fd em função do período de manutenção pretendido e das condições locais.
- cálculo dos aparelhos de iluminação necessários e de seus respectivos espetamentos.

$$\Phi_{\text{TOTAL}} = \frac{E \cdot c \cdot L}{F_u \cdot F_d} \quad \text{e} \quad N = \frac{\Phi_{\text{TOTAL}}}{\Phi_{\text{aparelho}}}$$

2) Método Ponto a Ponto:

- cálculo de iluminamento total considera a contribuição de cada aparelho de iluminação.
- utilizam a curva da intensidade luminescente de cada aparelho e somarizar em ponto de intensidade.

## II) Laboratório 2: Condutores Elétricos

→ Condutores

→ Condutor elétrico é utilizado para transportar energia elétrica ou transmitir sinais eletrônicos.

↳ fios: produto metálico macio e flexível, com seção transversal invariável, podendo ou não possuir isolamento e/ou proteção mecânica. → Isolamento a fio

↳ cabos: conjunto de fios, podendo ou não possuir proteção e/ou isolamento

Obs: os isolantes servem para garantir a qualidade de transmissão da energia e dos sinais elétricos.

→ Cobre x Alumínio:

Para instalações de alta tensão prioriza-se a utilização do alumínio, pois, este é mais leve que o cobre. Já em instalações de baixa tensão o uso do alumínio não é tão recomendado devido a sua baixa condutividade e por ele se oxidar facilmente.

↳ fio de cobre tem menor diâmetro!

↳ cobre pesa quase o dobro do alumínio.

Obs: o ouro não oxida e tem boa condutividade.

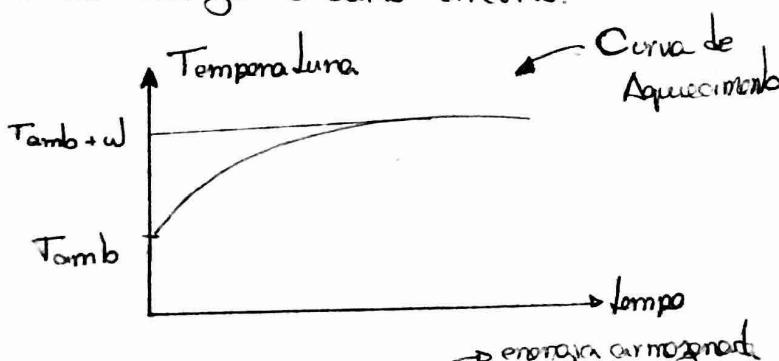
→ isolantes: utilizamos isolantes para isolar o condutor do meio que o circunda. O material isolante tem uma camada semicondutora para estabilizar o campo elétrico no seu interior, já que um campo elétrico elevado facilita a saída de corrente do isolante. Em

cabos de alta tensão não são usados isolantes para não aumentar a espessura, no lugar usam-se diskes de isolamento

- ↳ Não metálicas (proteção mecânica)
- ↳ Metálicas (proteção mecânica) forma de arco

Os cabos isolados operam em seguintes operações temporais:

- Temperatura de Regime Permanente: maior temperatura que o cabo pode atingir quando opera em condições normais.
- Temperatura em Regime de Sobrecarga: temperatura máxima atingida pelo cabo quando estabelecido a uma sobrecarga.
- Temperatura em Regime de Curto-Circuito: temperatura máxima que a isolagem atinge quando em condições de curto-circuito.



No condutor:  $w dt = Q_{cond}(t) + \frac{\theta(t)}{R_s} dt$

Quantidade de energia produzida por efeito Joule

↳ energia armazenada

↳ energia transferida para a atmosfera

$$w = Q_{cond}(t) + \frac{\theta(t)}{R_s} \approx \theta(t) - w R_s h_1 e^{-\frac{t}{R_s h_1}}$$

$T_{cond} = Tamb$

Resistência térmica:  $R_s + R_i^{isolante} + R_{ar}$

$\frac{Q_{cond}}{2\pi} \ln \left( \frac{R_{cond}}{R_s} \right)$

Capacidade térmica do cabo:  $Q = Q_{cond} + Q_{iso}$ ,

onde  $Q_{cond} = \rho A L \cdot \kappa_{cond}$  e  $Q_{iso} = \rho A L \cdot \kappa_{iso}$

→ Capacidade de Condução de Correntes

↳ Regime Cíclico de Carga.

Quando o condutor é submetido a um regime cíclico de carga, a corrente admissível durante a condução desse ciclo pode ser superior a corrente admissível quando este é submetido a um regime contínuo. Para isso deve-se garantir que a temperatura final durante a condução desse ciclo seja inferior a temperatura máxima que o condutor pode aguentar.

No aquecimento o condutor varia a temperatura de acordo com a seguinte equação:

$$T_{cond}(t) = T_{cond\_max} = T_0 + (A f^2 + Tamb - T_0)(1 - e^{-\frac{t}{B}})$$

$$A = Q_{cond}(R_s^{iso} + R_s^{ar}) \quad e \quad B = (R_s^{iso} + R_s^{ar})(Q_{cond} \cdot \alpha)$$

No resfriamento ( $t=0$ ):

$$T_{cond}(t) = T_0 - Tamb + (T_{cond\_max} - Tamb)e^{-\frac{t}{B}}$$

Corrente máxima admissível em regime normal:

$$I_{adm\_ocdo} = I_{adm\_cont} \sqrt{\frac{1 - e^{-\frac{t+t'}{B}}}{1 - e^{-\frac{t}{B}}}}$$

Corrente máxima admissível em curto-circuito:

$$I_{adm\_cc} = \sqrt{\frac{Q \cdot \Delta T}{Q_{cond} \cdot t}}$$

Obs: caso haja dois (ou mais) condutores próximos, o aquecimento produzido pela passagem de corrente em um condutor interfere no aquecimento do outro condutor (a corrente máxima neste condutor será menor).

→ Dispositivos de Proteção

def: sistemas cujo principal objetivo é desligar a

parte do sistema elétrico que se encontra dentro ou operando fora de suas condições normais.

↳ devido a sobrecarga de longa duração e curtos circuitos.

→ Transformadores de instrumentação: responsáveis por adequar os valores dos sinais de tensões e correntes que circulam pelo sistema protegido.

↳ de corrente / de potencial (tensão)

→ Dispositivos eletrônicos inteligentes (relés de proteção) responsáveis por avaliar se o sistema elétrico encontra-se operando normalmente ou se há alguma condição anormal de operação.

↳ relés de proteção eletromecânicos (baseados em operação mecânica)

↳ relés de proteção eletrônicos

↳ relés numéricos ou digitais

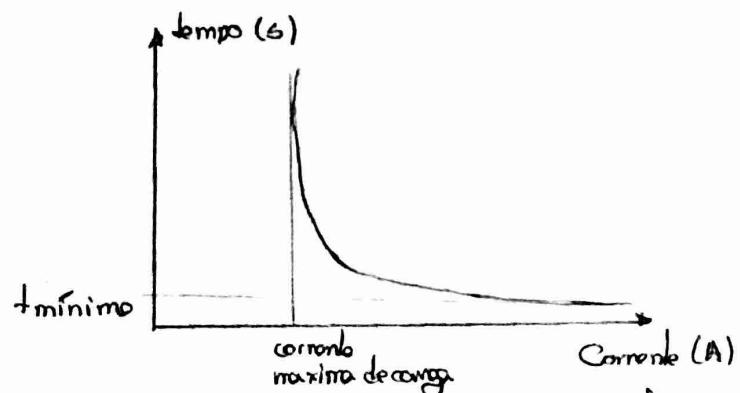
→ Disjuntores: são elementos capazes de seccionar o circuito elétrico operando fora das condições normais.

→ Proteção de Instalações Elétricas de Baixa Tensão: são mais baratos e simples. Os dispositivos que discriminam as situações de normalidade das de anomalia realizam conjuntamente com os dispositivos que realizam o desligamento.

→ Corrente nominal: é o máximo valor eficaz da intensidade de corrente que pode circular pelo dispositivo de proteção sem causar seu desligamento (é um parâmetro de projeto).

$\Delta t = t_{\text{ativa}} - t_{\text{ativa}} - t_{\text{extinguimento}}$

Inversamente proporcional à magnitude da corrente, i.e., quanto maior a corrente, menor o tempo para o dispositivo desligar.



→ Capacidade Disruptiva: máximo valor eficaz de corrente que pode ser interrompido pelo dispositivo

↳ é expressa através de corrente ou potência

$$I_{\text{dis}} = \sqrt{3} \cdot V_{\text{nominal}} \cdot I_{\text{dis}} \rightarrow I_{\text{dis}}^{\text{básico}}$$

$$I_{\text{dis}} = V_{\text{nominal}} \cdot I_{\text{dis}} \rightarrow I_{\text{dis}}^{\text{potência}}$$

→ Elos fusíveis: o condutor que constitui o dispositivo funde paracer as correntes.

↳ o calor para a fusão provém do efeito Joule

↳ tipos: cerúlico (faca ou vireta), diazônio e NH<sub>3</sub>, rosca

→ Disjuntores de baixa tensão: são do tipo no fuse, pois, interrompem o circuito para a abertura de uma chave.

↳ possuem dois elementos que detectam a sobrecarga e o curto circuito fechando termico: sobrecarga } elemento magnético: curto-circuito

↳ possuem uma chave e uma varinha de contingência

