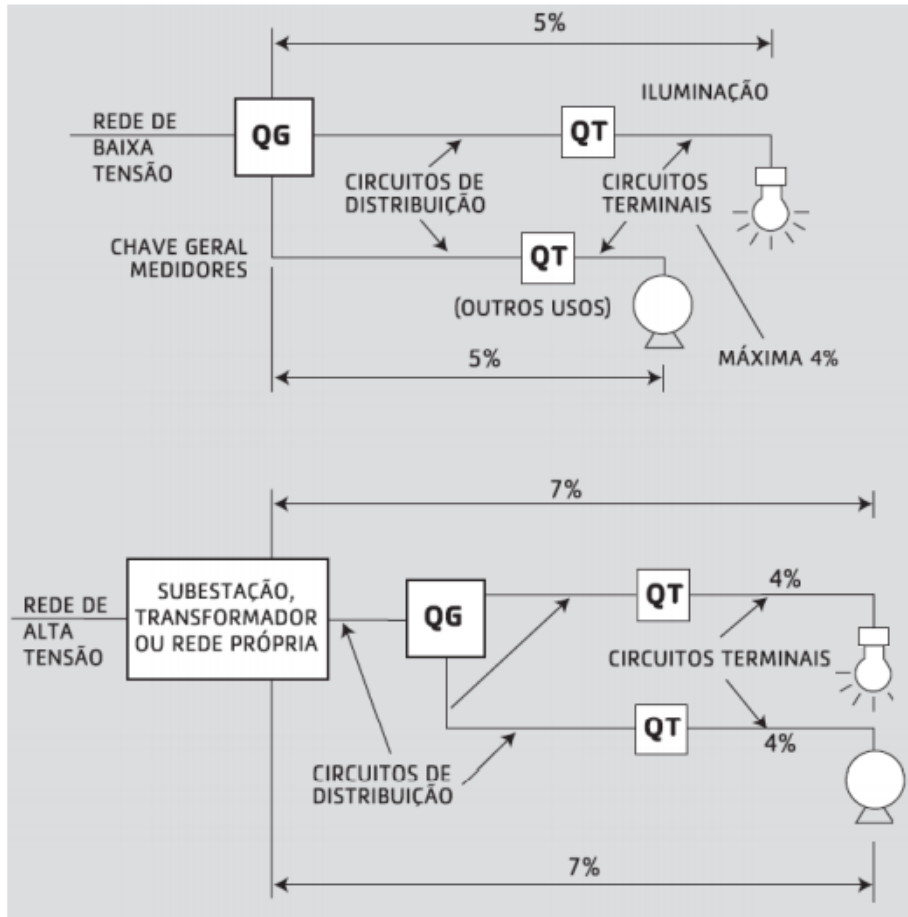


Critério da Queda de Tensão



Limite de queda de Tensão
Segundo a norma NBR 5410, os limites de queda de tensão em uma instalação elétrica são:

7% A partir do secundário do transformador para subestação própria.

5% A partir do ponto de entrega para alimentação em tensão secundária.

Critério da Queda de Tensão

Cálculo da Queda de Tensão

- Para Circuitos Monofásico:

$$\Delta V_C = \frac{200 * \rho * \sum (L_C * I_P)}{S_C * V_F} (\%)$$

- Para Circuitos Trifásico:

$$\Delta V_C = \frac{100 * \sqrt{3} * \rho * \sum (L_C * I_P)}{S_C * V_L} (\%)$$

Onde:

ρ = resistividade do material condutor (cobre) 1/ 56

$\Omega \cdot \text{mm}^2 / \text{m}$;

L_C = comprimento do circuito, em metro;

I_P = corrente total do circuito em Ampère;

ΔV_C = Queda de tensão máxima admitida em projeto, em %;

S_C = Seção Mínima do condutor;

V_F = Tensão de Fase;

V_L = Tensão de Linha.

Critério da Queda de Tensão

Dimensionamento do Condutor pela Queda de Tensão

- Para Circuitos Monofásico:

$$S_C \geq \frac{200 * \rho * \sum (L_C * I_P)}{\Delta V_C * V_F} \text{ mm}^2$$

- Para Circuitos Trifásico:

$$S_C \geq \frac{100 * \sqrt{3} * \rho * \sum (L_C * I_P)}{\Delta V_C * V_L} \text{ mm}^2$$

Onde:

ρ = resistividade do material condutor (cobre) 1/ 56

$\Omega \cdot \text{mm}^2 / \text{m}$;

L_C = comprimento do circuito, em metro;

I_C = corrente total do circuito em Ampère;

ΔV_C = Queda de tensão máxima admitida em projeto, em %;

S_C = Seção Mínima do condutor;

V_F = Tensão de Fase;

V_L = Tensão de Linha.

Exemplo de Aplicação

Queda de Tensão- Para o Exemplo 1

$$I_p = 95,0978A \quad L_c = 50m \quad V_L = 220V \quad \Delta V = 3\%$$

$$S_c \geq \frac{200 * \rho * \sum (L_c * I_p)}{\Delta V_c * V_F} mm^2$$

$$S_c \geq \frac{200 * \left(\frac{1}{56}\right) * (50 * 95,0978)}{3 * 127}$$

$$S_c \geq 44,57 mm^2$$

Logo a seção do condutor de fase pelo critério da queda de tensão será de:

$$S_c = 50 mm^2$$

Seção Final do Condutor

➤ A seção final do condutor para o **Exemplo de aplicação1**, será a maior seção encontrada comparando os três critérios de dimensionamento, lembrando que para o critério de seção mínima:

1. **Condutores de Iluminação: seção mínima $1,5\text{mm}^2$**
2. **Condutores de Força: seção mínima $2,5\text{mm}^2$**

Seção Final do Condutor

Assim para o Exemplo 1, temos:

➤ **Critério da Capacidade de Corrente:**

A seção do condutor Fase será de $\phi=70\text{mm}^2$

➤ **Critério da Queda de Tensão:**

A seção do condutor Fase será de $\phi=50\text{mm}^2$

Logo o Condutor deverá ter:

A seção do condutor Fase será # =70mm²

A Seção do condutor Neutro será de #=70mm²

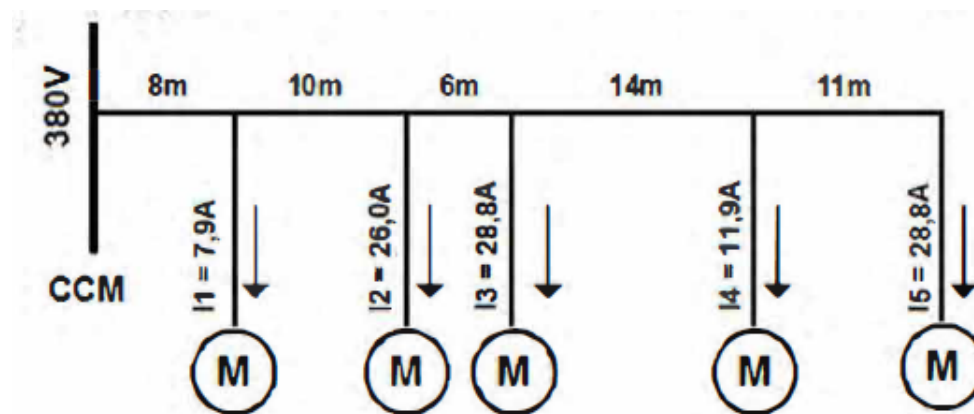
A Seção do condutor Terra será de #=35mm²

1F 70mm², 1N 70mm² e 1T 35mm².

Exemplo: Critério da Queda de Tensão

Exemplo 1 - Para circuito cuja característica alimenta um grupo de dispositivos ou equipamentos de valores diferentes de distância e corrente nominal.

- Determinar a seção do condutor do circuito mostrado abaixo, sabendo que são utilizados cabos unipolares isolados em XLPE, dispostos no interior de canaleta ventilada construída no piso. A queda de tensão admitida é de 4% para o sistema monofásico.



Critério da Queda de Tensão

$$I_1 = 7,9A \quad \rightarrow \quad L_1 = 8m$$

$$I_4 = 11,9A \quad \rightarrow \quad L_4 = 8 + 10 + 6 + 14 = 38m$$

$$I_2 = 26,0A \quad \rightarrow \quad L_2 = 8 + 10 = 18m$$

$$I_5 = 28,8A \quad \rightarrow \quad L_5 = 8 + 10 + 6 + 14 + 11 = 49m$$

$$I_3 = 28,8A \quad \rightarrow \quad L_3 = 8 + 10 + 6 = 24m$$

$$S_c \geq \frac{100 * \sqrt{3} * \rho * \sum (L_c * I_p)}{\Delta V_c * V_L}$$

$$S_c \geq \frac{100 * \sqrt{3} * \left(\frac{1}{56}\right) * [(7,9 * 8) + (26 * 18) + (28,8 * 24) + (11,9 * 38) + (28,8 * 49)]}{4 * 380}$$

$$S_c \geq 6,28mm^2 \rightarrow S_c = 3\phi \#10mm^2$$

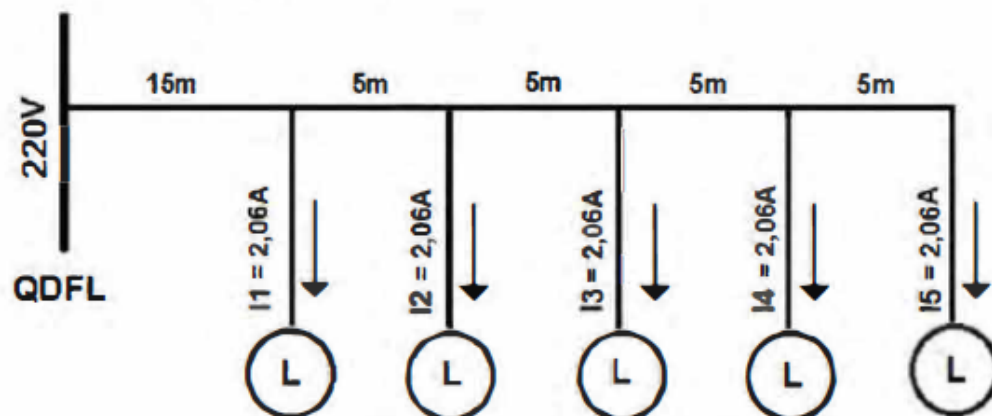
$$S_c \geq \frac{100 * \sqrt{3} * \left(\frac{1}{56}\right) * [103,4 * 49]}{4 * 380} = 10,31mm^2 \quad \rightarrow$$

$$S_c \geq 10,31mm^2 \rightarrow S_c = 3\phi \#16mm^2$$

Aproximação - Considerando somatória da corrente total (103,4A) multiplicando pela maior distância

Exemplo: Critério da Queda de Tensão

- **Exemplo 2** - O circuito cuja característica alimenta um grupo de dispositivos ou equipamentos com corrente nominal igual e distâncias diferentes.
- Determinar a seção do condutor do circuito mostrado abaixo, sabendo que são utilizados cabos unipolares isolados em PVC, dispostos no interior de bandeja. A queda de tensão admitida é de 2% para sistema monofásico.



Critério da Queda de Tensão

Resposta:

$$I_1 = 2,06A \rightarrow L_1 = 15m$$

$$I_4 = 2,06A \rightarrow L_4 = 15 + 5 + 5 + 5 = 30m$$

$$I_2 = 2,06A \rightarrow L_2 = 15 + 5 = 20m$$

$$I_5 = 2,06A \rightarrow L_5 = 15 + 5 + 5 + 5 + 5 = 35m$$

$$I_3 = 2,06A \rightarrow L_3 = 15 + 5 + 5 = 25m$$

$$S_c \geq \frac{200 * \rho * \sum (L_c * I_p)}{\Delta V_c * V_F}$$

$$S_c \geq \frac{200 * \left(\frac{1}{56}\right) * [(2,06 * 15) + (2,06 * 20) + (2,06 * 25) + (2,06 * 30) + (2,06 * 35)]}{2 * 220}$$

$$S_c \geq 2,09mm^2 \rightarrow S_c = 1\phi \#2,5mm^2$$

$$S_c \geq \frac{200 * \left(\frac{1}{56}\right) * [10,3 * 35]}{2 * 220} = 2,93mm^2$$

$$S_c \geq 2,93mm^2 \rightarrow S_c = 1\phi \#4mm^2$$

Aproximação - Considerando somatória da corrente total (10,3A) multiplicando pela maior distância

Exemplo de Aplicação

Exercício1 - Conforme o método da capacidade de condução de corrente, determine a seção do condutor unipolar com isolamento de EPR, sendo que a potência do equipamento é 45kW, $F_p = 90\%$ e rendimento = 85% , tensão de linha de 380V. A alimentação do equipamento é trifásica com neutro, instalado por meio de Bandeja não perfurada, onde já passam 7 circuitos, a temperatura ambiente média é de $40\text{ }^\circ\text{C}$ e no solo de $22\text{ }^\circ\text{C}$, o equipamento está instalado a uma distância de 90m do Quadro de distribuição de Força-QDF e a queda de tensão máxima admitida de 2% .

Exemplo de Aplicação

Resposta: Para equipamento trifásico temos:

$$I_p = \frac{P_{3\phi}(W)}{\sqrt{3} * V_L * \eta * F_p} = \frac{45.000}{\sqrt{3} * 380 * 0,85 * 0,90} = 89,373 A$$

Onde: I_p = Corrente de Projeto

Método de instalação (tabela 1) – Bandeja não Perfurada – C

- Determinando a corrente corrigida (I_z):

$$I_z = \frac{I_p}{FCA * FCT} = \frac{89,373}{0,71 * 0,91} = 138,327 A$$

➤ Onde FCA é retirado da Tabela 8

- Número de circuitos $7 + 1 = 8$
- Método de Instalação tipo C (coluna direita – método C)

Exemplo de Aplicação

- E o FCT é retirado da Tabela 6
 - Temperatura ambiente = 40 °C
 - Isolação do condutor EPR

Assim, utilizando a Tabela 3, para o método de instalação Ca 3 condutores carregados (Circuito trifásico com neutro 03 Fases + 1 Neutro) e uma corrente corrigida de $I_z=138,327A$.

A seção do condutor Fase será de $\#=35mm^2$

A seção do condutor Neutro será $\#=25mm^2$

A seção do condutor Terra será $\#=16mm^2$

- Seção do Neutro retirado da Tabela 16 e seção do Terra (Proteção) retirado da Tabela 17.

Exemplo de Aplicação

Exercício 1) $I_p = 89,373 A$ $L_C = 90m$ $V_L = 380V$ $\Delta V = 2\%$

$$S_C \geq \frac{100 * \sqrt{3} * \rho * \sum (L_C * I_P)}{\Delta V_C * V_L} \text{ mm}^2$$

$$S_C \geq \frac{100 * \sqrt{3} * \left(\frac{1}{56}\right) (90 * 89,373)}{2 * 380}$$

$$S_C \geq 32,73 \text{ mm}^2$$

Logo a seção do condutor de fase pelo critério da queda de tensão será de:

$$S_C = 35 \text{ mm}^2$$

Seção Final do Condutor

- E para o **Exercício 1** temos:
- **Critério da Capacidade de Corrente:**
A seção do condutor Fase será de $\phi=35\text{mm}^2$
- **Critério da Queda de Tensão:**
A seção do condutor Fase será de $\phi=35\text{mm}^2$
- **Logo o Condutor deverá ter:**

A seção do condutor Fase será de $\#=35\text{mm}^2$

A Seção do condutor Neutro será de $\#=25\text{mm}^2$

A Seção do condutor Terra será de $\#=16\text{mm}^2$

$3\phi 35\text{mm}^2, 1N 25\text{mm}^2$ e $1T 16\text{mm}^2$.

Exemplo de Aplicação

Execício2 - Conforme o método da capacidade de condução de corrente, determine a seção do condutor unipolar com isolamento de PVC sendo que o equipamento é composto por dois motores trifásico de 15CV 4 polos, tensão de fase de 127V, instalado por meio de bandeja perfurada e cabos dispostos de forma contíguos, onde já passam 3 circuitos. A temperatura ambiente média é de 45°Ce no solo de 30°C, o equipamento esta instalado a uma distância de 80m do Quadro de distribuição de Força-CDF e a queda de tensão máxima admitida de 1%.

Exemplo de Aplicação

Resposta: Para equipamento trifásico temos:

$$I = \frac{P(CV) * 736}{\sqrt{3} * V_L * \eta * Fp} = \frac{2 * 15 * 736}{\sqrt{3} * 220 * 0,885 * 0,83} = 78,885 A$$

Onde: I_p = Corrente de Projeto

Método de instalação (tabela 1) – Bandeja Perfurada – F

- Determinando a corrente corrigida (I_z):

$$I_z = \frac{I_p}{FCA * FCT} = \frac{78,885}{0,77 * 0,79} = 129,681 A$$

➤ Onde FCA é retirado da Tabela 8

- Número de circuitos $3 + 1 = 4$
- Método de Instalação tipo F (coluna direita – método E e F)

Exemplo de Aplicação

- E o FCT é retirado da Tabela 6
 - Temperatura ambiente = 45 °C
 - Isolação do condutor PVC

Assim, utilizando a Tabela 4 para o método de instalação F cabos contíguos a 3 condutores carregados (Circuito trifásico sem neutro) e uma corrente corrigida de $I_z=129,681\text{A}$.

A seção do condutor Fase será de $\# = 35\text{mm}^2$

A seção do condutor Terra será $\# = 16\text{mm}^2$

- Seção do Neutro retirado da Tabela 16 e seção do Terra (Proteção) retirado da Tabela 17.

Exemplo de Aplicação

Exercício 2) $I_p = 78,885 A$ $L_c = 80m$ $V_L = 220V$ $\Delta V = 1\%$

$$S_c \geq \frac{100 * \sqrt{3} * \rho * \sum (L_c * I_p)}{\Delta V_c * V_L} \text{ mm}^2$$

$$S_c \geq \frac{100 * \sqrt{3} * \left(\frac{1}{56}\right) (80 * 78,885)}{1 * 220}$$

$$S_c \geq 88,72 \text{ mm}^2$$

Logo a seção do condutor de fase pelo critério da queda de tensão será de:

$$S_c = 95 \text{ mm}^2$$

Seção Final do Condutor

- E para o **Exercício 2** temos:
- **Critério da Capacidade de Corrente:**
A seção do condutor Fase será de $\phi=35\text{mm}^2$
- **Critério da Queda de Tensão:**
A seção do condutor Fase será de $\phi=95\text{mm}^2$
- **Logo o Condutor deverá ter:**

A seção do condutor Fase será de $\phi=95\text{mm}^2$

A Seção do condutor Terra será de $\phi=50\text{mm}^2$

3 ϕ 95mm² e 1T 50mm².

Exemplo de Aplicação

Exercido 3 -

Utilizando o método da capacidade de condução e corrente, determine a seção do condutor unipolar com isolação de XLPE, sendo que o equipamento é composto por um motor trifásico de 100CV, 4 polos, tensão de fase de 220V, instalado por meio de canaleta não ventilada no solo, onde já passam 4 circuitos. A temperatura ambiente média é de 40°C e no solo de 30°C, o equipamento está instalado a uma distância de 110m do Quadro de distribuição de Força-QDF e a queda de tensão máxima admitida de 4%.

Exemplo de Aplicação

Resposta: Para equipamento trifásico temos:

$$I = \frac{P(CV) * 736}{\sqrt{3} * V_L * \eta * Fp} = \frac{100 * 736}{\sqrt{3} * 380 * 0,935 * 0,87} = 137,468 A$$

Onde: I_p = Corrente de Projeto

Método de instalação (tabela 1) – Canaleta não Ventilada – D

- Determinando a corrente corrigida (I_z):

$$I_z = \frac{I_p}{FCA * FCT} = \frac{137,468}{0,60 * 0,93} = 246,358 A$$

➤ Onde FCA é retirado da Tabela 8

- Número de circuitos $4 + 1 = 5$
- Método de Instalação tipo D (coluna direita – método A a F)

Exemplo de Aplicação

- Eo FCT é retirado da Tabela 6
 - Temperatura no solo = 30 °C
 - Isolação do condutor XLPE

Assim, utilizando a Tabela 3 para o método de instalação D a 3 condutores carregados (circuito trifásico sem neutro) e uma corrente corrigida de $I_z = 246,358A$.

A seção do condutor Fase será de # = 150mm²

A seção do condutor Terra será de # = 95mm²

Seção do Neutro retirado da Tabela 16 e seção do Terra (Proteção) retirado da Tabela 17.

Exemplo de Aplicação

Exercício 3) $I_p = 137,468A$ $L_C = 110m$ $V_L = 380V$ $\Delta V = 4\%$

$$S_C \geq \frac{100 * \sqrt{3} * \rho * \sum (L_C * I_P)}{\Delta V_C * V_L} \text{ mm}^2$$

$$S_C \geq \frac{100 * \sqrt{3} * \left(\frac{1}{56}\right) (110 * 137,468)}{4 * 380}$$

$$S_C \geq 30,77 \text{ mm}^2$$

Logo a seção do condutor de fase pelo critério da queda de tensão será de:

$$S_C = 35 \text{ mm}^2$$

Seção Final do Condutor

E para o Exercício 3

temos:

Critério da Capacidade de corrente:

A seção do condutor Fase será de $\# = 150\text{mm}^2$

Critério da Queda de Tensão:

A seção do condutor Fase será de $\# = 35\text{mm}^2$

Logo o Condutor deverá ter:

- A seção do condutor Fase será de $\# = 150\text{mm}^2$
- A seção do condutor Terra será de $\# = 95\text{mm}^2$

3F 150mm. 2 e1T 95mm²