

Instalações Elétricas Industriais

ENG 1480

Professor: Rodrigo Mendonça de Carvalho

Instalações Elétricas Industriais

CAPÍTULO 03

Critério do Limite da Queda de Tensão

Observações

- Usar os limites de queda de tensão da (5410:2004) ;
- Usar a corrente de carga no cálculo de queda de tensão;
- Considerar harmônicas;
- Usar o fator de serviço dos motores;

Seção Mínima em Sistemas Monofásicos (F-N)

$$S_c = \frac{200 \times \rho \times \Sigma (L_c \times I_c)}{\Delta V \% \times V_{fn}} \text{ (mm}^2 \text{)}$$

ρ – resistividade do material condutor (cobre) : 1/56 $\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$

L_c – comprimento do circuito, em m;

I_c – corrente total do circuito, em A;

$\Delta V \%$ – queda de tensão máxima admitida em projeto, em %;

V_{fn} – tensão entre fase e neutro, em V.

Seção Mínima em Sistemas Trifásicos (3F ou 3F-N)

$$S_c = \frac{173,2 \times \rho \times \Sigma (L_c \times I_c)}{\Delta V\% \times V_{ff}} \text{ (mm}^2\text{)}$$

ρ – resistividade do material condutor (cobre) : 1/56 $\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$

L_c – comprimento do circuito, em m;

I_c – corrente total do circuito, em A;

$\Delta V\%$ – queda de tensão máxima admitida em projeto, em %;

V_{fn} – tensão entre fase e neutro, em V.

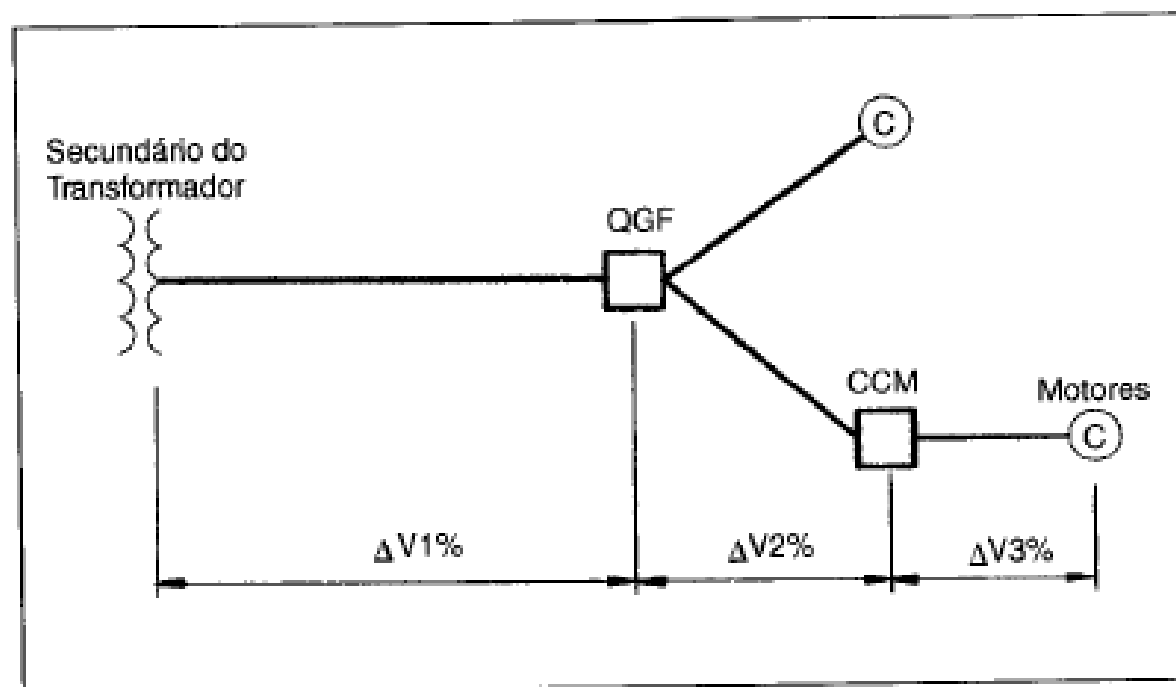


Fig. 3.22 – Diferentes trechos de um sistema industrial

Dúvida comum!

- Diferenciar queda de tensão e variação de tensão.

Exemplo 2

- Determinar os condutores.
- 10 motores de 10 cv, IV polos, 380 V
- L=150m
- PVC isolado no interior de eletroduto de PVC e embutido em parede de alvenaria.
- 3%

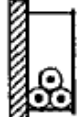


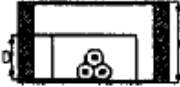

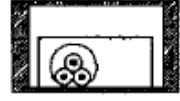

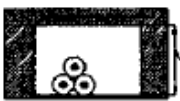
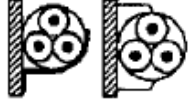

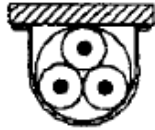
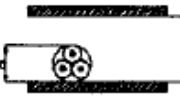
Tab.6.3-Motores

Potência nominal	Potência ativa	Corrente nominal		Velocidade em rpm	Fator de potência	Relação Inp/In	Relação Cp/Cn	Conjugado nominal	Rotor bloqueado	Rendimento	Momento de inércia
cv	kW	220 V	380 V				%	mkgf	s	%	kgm ²
II pólos											
1	0,7	3,3	1,9	3.440	0,76	6,2	180,0	0,208	7,1	0,81	0,0016
3	2,2	9,2	5,3	3.490	0,76	8,3	180,0	0,619	6,0	0,82	0,0023
5	4	13,7	7,9	3.490	0,83	9,0	180,0	1,020	6,0	0,83	0,0064
7,5	5,5	19,2	11,5	3.480	0,83	7,4	180,0	1,540	6,0	0,83	0,0104
10	7,5	28,6	16,2	3.475	0,85	6,7	180,0	2,050	6,0	0,83	0,0179
15	11	40,7	23,5	3.500	0,82	7,0	180,0	3,070	6,0	0,83	0,0229
20	15	64,0	35,5	3.540	0,73	6,8	250,0	3,970	6,0	0,83	0,0530
25	18,5	69,0	38,3	3.540	0,82	6,8	300,0	4,960	6,0	0,86	0,0620
30	22	73,0	40,5	3.535	0,88	6,3	170,0	5,960	6,0	0,89	0,2090
40	30	98,0	54,4	3.525	0,89	6,8	220,0	7,970	9,0	0,90	0,3200
50	37	120,0	66,6	3.540	0,89	6,8	190,0	9,920	10,0	0,91	0,3330
60	45	146,0	81,0	3.545	0,89	6,5	160,0	11,880	18,0	0,91	0,4440
75	55	178,0	98,8	3.550	0,89	6,9	170,0	14,840	16,0	0,92	0,4800
100	75	240,0	133,2	3.560	0,90	6,8	140,0	19,720	11,0	0,93	0,6100
125	90	284,0	158,7	3.570	0,90	6,5	150,0	24,590	8,9	0,93	1,2200
150	110	344,0	190,9	3.575	0,90	6,8	160,0	29,460	27,0	0,93	1,2700

Corrente nominal= 15,4 A

IV pólos											
1	0,7	3,8	2,2	1.715	0,65	5,7	200,0	0,420	6,0	0,81	0,0016
3	2,2	9,5	5,5	1.720	0,73	6,6	200,0	1,230	6,0	0,82	0,0080
5	4	13,7	7,9	1.720	0,83	7,0	200,0	2,070	6,0	0,83	0,0091
7,5	5,5	20,6	11,9	1.735	0,81	7,0	200,0	3,100	6,0	0,84	0,0177
10	7,5	26,6	15,4	1.740	0,85	6,6	190,0	4,110	8,3	0,86	0,0328
15	11	45,0	26,0	1.760	0,75	7,8	195,0	6,120	8,1	0,86	0,0433
20	15	52,0	28,8	1.760	0,86	6,8	220,0	7,980	7,0	0,88	0,0900
25	18,5	64,0	35,5	1.760	0,84	6,7	230,0	9,970	6,0	0,90	0,1010
30	22	78,0	43,3	1.760	0,83	6,8	235,0	11,970	9,0	0,90	0,2630
40	30	102,0	56,6	1.760	0,85	6,7	215,0	15,960	10,0	0,91	0,4050
50	37	124,0	68,8	1.760	0,86	6,4	300,0	19,950	12,0	0,92	0,4440
60	45	150,0	83,3	1.765	0,86	6,7	195,0	23,870	12,0	0,92	0,7900
75	55	182,0	101,1	1.770	0,86	6,8	200,0	29,750	15,0	0,92	0,9000
100	75	244,0	135,4	1.770	0,87	6,7	200,0	39,670	8,3	0,92	1,0600
125	90	290,0	160,9	1.780	0,87	6,5	250,0	49,310	14,0	0,94	2,1000
150	110	350,0	194,2	1.780	0,87	6,8	270,0	59,170	13,0	0,95	2,5100
180	132	420,0	233,1	1.785	0,87	6,5	230,0	70,810	11,0	0,95	2,7300
200	150	470,0	271,2	1.785	0,87	6,9	230,0	80,000	17,0	0,95	2,9300
220	160	510,0	283,0	1.785	0,87	6,5	250,0	86,550	15,0	0,95	3,1200
250	185	590,0	327,4	1.785	0,87	6,8	240,0	95,350	15,0	0,95	3,6900
300	220	694,0	385,2	1.785	0,88	6,8	210,0	118,020	24,0	0,96	6,6600
380	280	864,0	479,5	1.785	0,89	6,9	210,0	149,090	25,0	0,96	7,4000
475	355	1100,0	610,5	1.788	0,89	7,6	220,0	186,550	26,0	0,96	9,1000
600	450	1384,0	768,1	1.790	0,89	7,8	220,0	265,370	29,0	0,96	12,1000

Tipos de linhas

5		Condutores isolados ou cabos unipolares em eletroduto aparente de seção não-circular sobre parede	B1	23		Cabos unipolares ou cabo multipolar em eletroduto de seção circular em espaço de construção (6)	B2
6		Cabo multipolar em eletroduto aparente de seção não-circular sobre parede	B2	24		Condutores isolados em eletroduto de seção não-circular em espaço de construção (6)	$1,5 D_e \leq V < 20 D_e$ B2 $V \geq 20 D_e$ B1
7		Condutores isolados ou cabos unipolares em eletroduto de seção circular embutido em alvenaria	B1	25		Cabos unipolares ou cabo multipolar em eletroduto de seção não-circular em espaço de construção	B2
8		Cabo multipolar em eletroduto de seção circular embutido em alvenaria	B2	26		Condutores isolados em eletroduto de seção não-circular embutido em alvenaria (6)	$1,5 D_e \leq V < 5 D_e$ B2 $5 D_e \leq V < 50 D_e$ B1
11		Cabos unipolares ou cabo multipolar sobre parede ou afastado da mesma (4)	C	27		Cabos unipolares ou cabo multipolar em eletroduto de seção não-circular embutido em alvenaria (6)	B2
11A		Cabos unipolares ou cabo multipolar no teto (4)	C	28		Cabos unipolares ou cabo multipolar em forro falso ou em piso elevado (7)	$1,5 D_e \leq V < 5 D_e$ B2 $5 D_e \leq V < 50 D_e$ B1

ampacidade

Seções nominais mm ²	Métodos de referência definidos na Tabela 3.1											
	A1		A2		B1		B2		C		D	
	2 Condutores carregados	3 Condutores carregados	2 Condutores carregados	3 Condutores carregados	2 Condutores carregados	3 Condutores carregados	2 Condutores carregados	3 Condutores carregados	2 Condutores carregados	3 Condutores carregados	2 Condutores carregados	3 Condutores carregados
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)
Cobre												
0,5	7	7	7	7	9	8	9	8	10	9	12	10
0,75	9	9	9	9	11	10	11	10	13	11	15	12
1	11	10	11	10	14	12	13	12	15	14	18	15
1,5	14,5	13,5	14	13	17,5	15,5	16,5	15	19,5	17,5	22	18
2,5	19,5	18	18,5	17,5	24	21	23	20	27	24	29	24
4	26	24	25	23	32	28	30	27	36	32	38	31
6	34	31	32	29	41	36	38	34	46	41	47	39
10	46	42	43	39	57	50	52	46	63	57	63	52
16	61	56	57	52	76	68	69	62	85	76	81	67
25	80	73	75	68	101	89	90	80	112	96	104	86
35	99	89	92	83	125	110	11	99	138	119	125	103
50	119	108	110	99	151	134	133	118	168	144	148	122
70	151	136	139	125	192	171	168	149	213	184	183	151
95	182	164	167	150	232	207	201	179	258	223	216	179
120	210	188	192	172	269	239	232	206	299	259	246	203
150	240	216	219	196	309	275	265	236	344	299	278	230
185	273	245	248	223	353	314	300	268	392	341	312	258
240	321	286	291	261	415	370	351	313	461	403	361	297
300	367	328	334	298	477	426	401	358	530	464	408	336
400	438	390	398	355	571	510	477	425	634	557	478	394

Queda de tensão

$$S_c = \frac{173,2 \times \rho \times \Sigma (L_c \times I_c)}{\Delta V\% \times V_{ff}} \text{ (mm}^2\text{)}$$

Solução

A corrente de carga vale:

$$I_c = 10 \times 15,4 = 154,0 \text{ A}$$

A seção mínima do condutor vale:

$$S_c = 3 \# 70 \text{ mm}^2 \text{ (Tabela 3.4 – coluna B1 – justificada pela Tabela 3.22 – método de instalação 7)}$$

A seção mínima do condutor para uma queda de tensão máxima de 3% vale:

$$S_c = \frac{173,2 \times \rho \times \Sigma (L_c \times I_c)}{\Delta V\% \times V_{ff}} = \frac{173,2 \times (1/56) \times 150 \times 154,0}{3 \times 380}$$

$$S_c = 62,6 \text{ (mm}^2\text{)} \rightarrow S = 3 \# 70 \text{ mm}^2$$

EXEMPLO DE APLICAÇÃO

Determinar a seção do condutor do circuito mostrado na Fig. 3.23, sabendo-se que serão utilizados condutores unipolares isolados em XLPE, dispostos no interior de canaleta ventilada construída no piso. A queda de tensão admitida será de 4%.

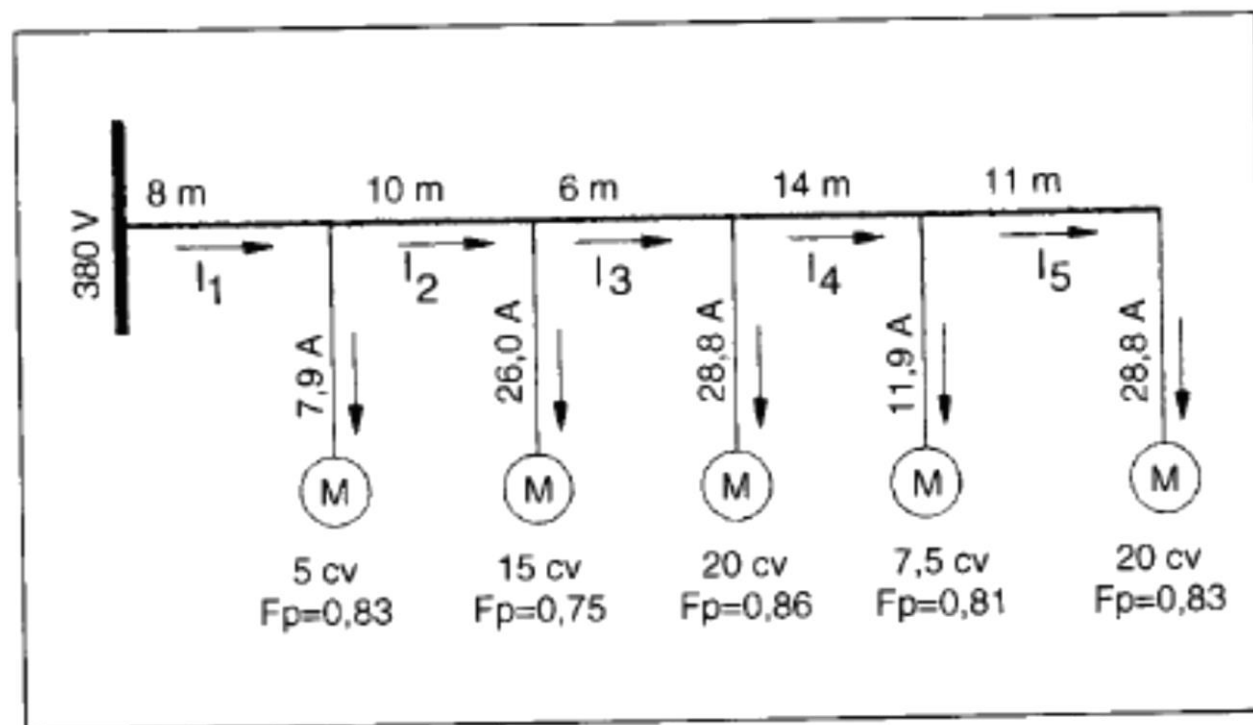


Fig. 3.23 – Circuito de distribuição com várias cargas

Pelo critério da capacidade de corrente (Ampacidade)

$$I_5 = 28 \text{ A}$$

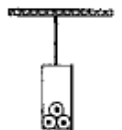
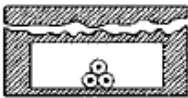





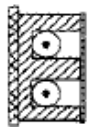
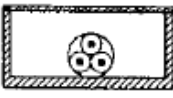
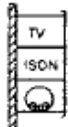
$$I_4 = 28,8 + 11,9 = 40,7 \text{ A}$$

$$I_3 = 28,8 + 28,8 + 11,9 = 69,5 \text{ A}$$

$$I_2 = 28,8 + 28,8 + 11,9 + 26 = 95,5 \text{ A}$$

$$I_1 = 28,8 + 28,8 + 11,9 + 26 + 7,9 = 103,4 \text{ A}$$

Tipos de Linhas Elétricas (IV)

Método de instalação número	Esquema Ilustrativo	Descrição	Método de referência a utilizar para a capacidade de condução de corrente (1)	Método de instalação número	Esquema Ilustrativo	Descrição	Método de referência a utilizar para a capacidade de condução de corrente (1)
35		Condutores isolados ou cabo unipolares em eletrocalha ou perfilado suspensa(o)	B1	61A		Cabos unipolares ou cabo multipolar em eletroduto enterrado ou em canaleta não ventilada no solo	D
36		Cabo multipolar em eletrocalha ou perfilado suspensa(o)	B2	62		Cabos unipolares ou cabo multipolar diretamente enterrado(s), sem proteção mecânica adicional ⁽⁶⁾	D
41		Condutores isolados ou cabos unipolares em eletroduto de seção circular contido em canaleta fechada com percurso horizontal ou vertical	$1,5 D_e \leq V < 5 D_e$ B2 $V \geq 20 D_e$ B1	63		Cabos unipolares ou cabo multipolar diretamente enterrado(s), com proteção mecânica adicional	D
42		Condutores isolados em eletroduto de seção circular contido em canaleta ventilada encaixada no piso ou no solo	B1	71		Condutores isolados ou cabos unipolares em moldura	A1
43		Cabos unipolares ou cabo multipolar em canaleta ventilada encaixada no piso ou no solo	B1	72		Condutores isolados ou cabos unipolares em canaleta provida de separações sobre parede	B1

Capacidade de Condução de Corrente (XLPE)

Seções mm²	Métodos de referência definidos na Tabela 3.1											
	A1		A2		B1		B2		C		D	
	2 Condutores carregados	3 Condutores carregados	2 Condutores carregados	3 Condutores carregados	2 Condutores carregados	3 Condutores carregados	2 Condutores carregados	3 Condutores carregados	2 Condutores carregados	3 Condutores carregados	2 Condutores carregados	3 Condutores carregados
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)
Cobre												
0,5	10	9	10	9	12	10	11	10	12	11	14	12
0,75	12	11	12	11	15	13	15	13	16	14	18	15
1	15	13	14	13	18	16	17	15	18	17	21	17
1,5	19	17	18,5	16,5	23	20	22	19,5	24	22	26	22
2,5	26	23	25	22	31	28	30	26	33	30	34	29
4	35	31	33	30	42	37	40	35	45	40	44	37
6	45	40	42	38	54	48	51	44	58	52	56	46
10	61	54	57	51	75	66	69	60	80	71	73	61
16	81	73	76	68	100	88	91	80	107	96	95	79
25	106	95	99	89	133	117	119	105	138	119	121	101

Pelo critério da queda de tensão

$$S_c = \frac{173,2 \times (1/56) \times [(7,9 \times 8) + (26 \times 18) + (28,8 \times 24) + (11,9 \times 38) + (28,8 \times 49)]}{4 \times 380}$$

$$S_c = 6,27 \text{ mm}^2 \rightarrow S_c = 3 \# 10 \text{ mm}^2$$

Solução

$$S_c = 3 \# 25 \text{ mm}^2 \text{ (XLPE/90°C - 0,6/1 kV)}$$