

5 – Cálculo da demanda

5.1 - Motores

$$D_m = \frac{P_m(\text{cv}) \times 0,736}{F_p \times \eta} \times F_u \times F_s \times N$$

D_m – demanda dos motores, em kVA

P_m – potência nominal, em cv

F_u – fator de utilização

F_p – fator de potência

F_s – fator de simultaneidade

η - rendimento

N – quantidade de motores de mesma potência

(a) Fator de simultaneidade

É a relação entre a demanda máxima do grupo de aparelhos e a soma das demandas individuais dos aparelhos do mesmo grupo, num intervalo de tempo

considerado. O fator de simultaneidade é sempre inferior que a unidade. A Tabela 1 fornece os fatores de simultaneidade para diferentes potências de motores em agrupamento e outros aparelhos.

(b) Fator de utilização

É o fator pelo qual deve ser multiplicada a potência nominal do aparelho para se obter a potência média absorvida pelo mesmo, nas condições de utilização. A Tabela 2 fornece os fatores de utilização dos principais equipamentos utilizados na instalações elétricas industriais.

Tabela 1 – Fatores de simultaneidade

| Aparelhos (cv) | Número de aparelhos | | | | | | | |
|------------------------------|---------------------|------|------|------|------|------|------|------|
| | 2 | 4 | 5 | 8 | 10 | 15 | 20 | 50 |
| Motores: $\frac{3}{4}$ a 2,5 | 0,85 | 0,80 | 0,75 | 0,70 | 0,60 | 0,55 | 0,50 | 0,40 |
| Motores: 3 a 14 | 0,80 | 0,80 | 0,75 | 0,75 | 0,70 | 0,65 | 0,55 | 0,45 |
| Motores; 20 a 40 | 0,80 | 0,80 | 0,80 | 0,75 | 0,65 | 0,60 | 0,60 | 0,50 |
| Acima de 40 | 0,90 | 0,90 | 0,70 | 0,70 | 0,65 | 0,65 | 0,65 | 0,60 |
| Retificadores | 0,90 | 0,90 | 0,85 | 0,80 | 0,75 | 0,70 | 0,70 | 0,70 |
| Soldadores | 0,45 | 0,45 | 0,45 | 0,40 | 0,40 | 0,30 | 0,30 | 0,30 |
| Fornos Resistivos | 1,00 | 1,00 | - | - | - | - | - | - |
| Fornos de indução | 1,00 | 1,00 | - | - | - | - | - | - |

Tabela 2 – Fatores de utilização

| | |
|------------------------------|------|
| Motores: $\frac{3}{4}$ a 2,5 | 0,70 |
| Motores: 3 a 14 | 0,83 |
| Motores; 20 a 40 | 0,85 |
| Acima de 40 | 0,87 |
| Retificadores | 1,00 |
| Soldadores | 1,00 |
| Fornos Resistivos | 1,00 |
| Fornos de indução | 1,00 |

(c) Rendimento

É a relação entre a potência fornecida ao eixo e a potência elétrica de entrada, ou seja, (Veja Tabela 3),

$$\eta = \frac{P_{util}}{P_{total}} = \frac{P_{mecanica}}{P_{eletrica}}$$

(d) Fator de potência

Relação entre a potência ativa e a potência aparente do motor. Veja Tabela 3.

Tabela 3.1 - Motores Monofásicos –rendimento e fator de potência

| VALORES NOMINAIS DOS MOTORES | | | | |
|------------------------------|---------------------------|------|--------|-------------------------|
| POTÊNCIA | | FP | η | CORRENTE (A) (220 V) |
| NO EIXO (CV) | ABSORVIDA DA REDE (KW) | | | |
| 1/4 | 0,39 | 0,63 | 0,47 | 2,8 |
| 1/3 | 0,52 | 0,71 | 0,47 | 3,3 |
| 1/2 | 0,66 | 0,72 | 0,56 | 4,2 |
| 3/4 | 0,89 | 0,72 | 0,62 | 5,6 |
| 1,0 | 1,10 | 0,74 | 0,67 | 6,8 |
| 1,5 | 1,58 | 0,82 | 0,70 | 8,8 |
| 2,0 | 2,07 | 0,85 | 0,71 | 11 |
| 3,0 | 3,07 | 0,96 | 0,72 | 15 |
| 4,0 | 3,98 | 0,96 | 0,74 | 19 |
| 5,0 | 4,91 | 0,94 | 0,75 | 24 |
| 7,5 | 7,46 | 0,94 | 0,74 | 36 |
| 10,0 | 9,44 | 0,94 | 0,78 | 46 |
| 12,5 | 12,10 | 0,93 | 0,76 | 59 |

5.2 – Iluminação e tomadas em geral

Primeiros 20 kW: 100%

Acima de 20 kW: 70%

Obs.: A utilização do procedimento acima é válida quando não conhecemos a seqüência de funcionamento do sistema. Neste projeto, entretanto, conhecemos a seqüência de funcionamento dos equipamentos e da iluminação da indústria, como ilustrado na Figura 7. Portanto, calcularemos a demanda de acordo com essa seqüência.

Tabela 3.2 – Motores elétricos trifásicos: rendimento e fator de potência

| Potência | | KOHLBACH-SIEMENS | | | | | | | |
|----------|--------|------------------|--------------------|----------|--------------------|----------|--------------------|------------|--------------------|
| | | II Polos | | IV Polos | | VI Polos | | VIII Polos | |
| CV | kW | η | $\text{Cos } \phi$ | η | $\text{Cos } \phi$ | η | $\text{Cos } \phi$ | η | $\text{Cos } \phi$ |
| 1,0 | 0,75 | 80,1 | 0,81 | 82,7 | 0,68 | 80,0 | 0,63 | 70,0 | 0,60 |
| 1,5 | 1,10 | 82,5 | 0,87 | 81,5 | 0,68 | 77,0 | 0,68 | 77,0 | 0,60 |
| 2,0 | 1,50 | 84,0 | 0,84 | 84,2 | 0,76 | 83,0 | 0,65 | 82,5 | 0,61 |
| 3,0 | 2,20 | 85,1 | 0,86 | 85,1 | 0,79 | 83,0 | 0,69 | 84,0 | 0,61 |
| 4,0 | 3,00 | 85,1 | 0,92 | 86,0 | 0,79 | 85,0 | 0,71 | 84,5 | 0,62 |
| 5,0 | 3,70 | 87,6 | 0,85 | 87,5 | 0,78 | 87,5 | 0,73 | 85,5 | 0,62 |
| 6,0 | 4,50 | 88,0 | 0,90 | 88,5 | 0,81 | 87,5 | 0,75 | 85,5 | 0,62 |
| 7,5 | 5,50 | 88,8 | 0,85 | 89,5 | 0,81 | 88,0 | 0,71 | 85,5 | 0,62 |
| 10,0 | 7,50 | 89,5 | 0,85 | 90,0 | 0,83 | 88,5 | 0,74 | 88,5 | 0,66 |
| 12,5 | 9,00 | 89,5 | 0,90 | 90,0 | 0,82 | 88,5 | 0,76 | 88,5 | 0,74 |
| 15,0 | 11,00 | 90,2 | 0,88 | 91,0 | 0,82 | 90,2 | 0,77 | 88,5 | 0,74 |
| 20,0 | 15,00 | 90,2 | 0,85 | 91,0 | 0,87 | 90,2 | 0,79 | 89,5 | 0,81 |
| 25,0 | 18,50 | 91,0 | 0,88 | 92,4 | 0,89 | 91,7 | 0,82 | 89,5 | 0,76 |
| 30,0 | 22,00 | 91,0 | 0,90 | 92,4 | 0,85 | 91,7 | 0,81 | 91,0 | 0,73 |
| 50,0 | 37,00 | 91,7 | 0,92 | 93,0 | 0,88 | 93,0 | 0,78 | 91,0 | 0,75 |
| 60,0 | 45,00 | 92,4 | 0,92 | 93,0 | 0,90 | 93,0 | 0,80 | 91,7 | 0,77 |
| 75,0 | 55,00 | 93,0 | 0,94 | 93,6 | 0,89 | 93,6 | 0,86 | 91,7 | 0,78 |
| 100,0 | 75,00 | 93,0 | 0,94 | 94,1 | 0,90 | 93,6 | 0,87 | 93,0 | 0,78 |
| 125,0 | 90,00 | 93,6 | 0,94 | 94,5 | 0,90 | 94,1 | 0,87 | 93,0 | 0,80 |
| 150,0 | 110,00 | 94,5 | 0,90 | 94,5 | 0,90 | 94,1 | 0,86 | 93,6 | 0,82 |
| 175,0 | 130,00 | 94,7 | 0,90 | 95,0 | 0,86 | 95,0 | 0,85 | - | - |
| 200,0 | 150,00 | 95,0 | 0,90 | 95,0 | 0,86 | 95,0 | 0,85 | - | - |
| 250,0 | 185,00 | 95,4 | 0,91 | 95,0 | 0,87 | - | - | - | - |

5.3 – Determinação do horário de ponta da indústria

(a) primeiro horário de ponta: 05:00 às 11:00 hs

(b) segundo horário de ponta: 11:00 às 19:00 Hs

(c) terceiro horário de ponta: 19:00 às 23:00 Hs

(d) Triângulo das potências - Cálculo da demanda provável da indústria

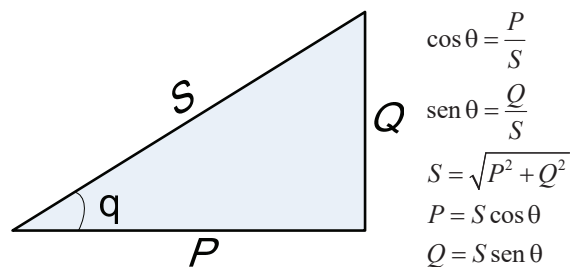


Figura 8 – Triângulo das Potências

P → Potência ativa (kW)

Q → Potência reativa (kVAR)

S → Potência aparente (kVA)

θ → ângulo do fator de potência

Obs.:

- (a) Para iluminação e aquecimento: FP = 1
- (b) Para instalação de motores: FP = 0,92 (valor mínimo)
- (c) Cálculo da demanda levando em consideração o horário de ponta da indústria e escolha do transformador.

5.4 – Dimensionamento do ramal de ligação aéreo

Tabela 4 – Dimensionamento do ramal de ligação de entrada aérea

| Demanda provável (kVA) | Cabo de alumínio nu (CA ou CAA – AWG) | Cobre (mm ²) |
|------------------------|--|--------------------------|
| 2000 | 4 | 16 |
| 2500 | 2 | 25 |

5.5 – Dimensionamento do ramal de entrada subterrâneo

Tabela 5 – Dimensionamento do ramal de entrada subterrâneo

| Demanda provável (kVA) | Cobre (mm ²) | Eletroduto (diâmetro interno mínimo) | |
|---------------------------|--------------------------|---|----------|
| | | mm | polegada |
| 2000 | 25 | 80 | 3" |
| 2500 | 35 | 80 | 3" |

5.6 – Elos Fusíveis para proteção de transformadores

Tabela 6 – Elos fusíveis para proteção de transformadores

| Potência do transformador (kVA) | 13,8kV | |
|---------------------------------|--------|-----------|
| | ELO | CHAVE (A) |
| 15 | 0,5H | 100 |
| 30 | 1H | 100 |
| 45 | 2H | 100 |
| 75 | 3H | 100 |
| 112,5 | 5H | 100 |
| 150 | 5H | 100 |
| 225 | 10H | 100 |