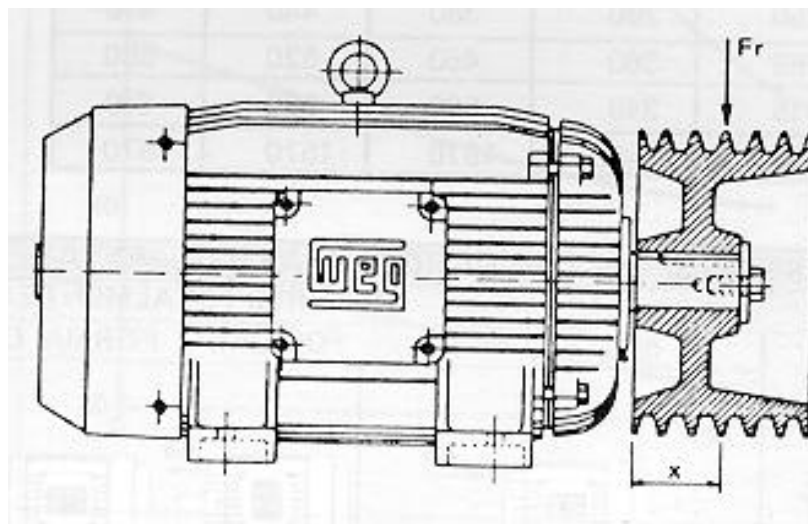


Curso Pós-Técnico em Automação Industrial

MOTORES ELÉTRICOS C.A.



Prof. Valdir Noll
2º Semestre de 1998

ÍNDICE

1. FATOR DE POTÊNCIA	3
2. CARACTERÍSTICAS GERAIS DOS MOTORES:	4
3. DETERMINAÇÃO DE CORRENTES	7
4. ESQUEMAS DE ALIMENTAÇÃO DE MOTORES	8
5. DIMENSIONAMENTO DOS ALIMENTADORES	10
6. DIMENSIONAMENTO DOS RAMAIS	11
7. DISPOSITIVOS DE ACIONAMENTO DE MOTORES	12
8. PARTIDA DE GRANDES MOTORES:	14
9. PROTEÇÃO DE MOTORES ELÉTRICOS	15
10. CARACTERÍSTICAS DO AMBIENTE	20
11. SELEÇÃO DE MOTORES ELÉTRICOS	22
12. GUIA DE SELEÇÃO DE MOTORES DE INDUÇÃO PARA DIFERENTES CARGAS	24

1. FATOR DE POTÊNCIA

Um motor não consome apenas potência ativa, depois de convertida em trabalho mecânico, mas também potência reativa necessária à magnetização, que não produz trabalho. Fator de potência é então a relação entre a potência ativa consumida (em Watts) e a potência Aparente consumida (em VA).

$$\frac{P}{S} = \text{fator de potência} = \cos \phi$$

Como conseqüências imediatas de um baixo fator de potência temos:

- a) Excesso de corrente circulando pelas instalações elétricas;
- b) Consumo de energia maior do que o necessário;
- c) Multa pela concessionária local de energia elétrica;

Correção:

A maneira mais imediata de se corrigir o excesso de carga indutiva (motores) é adicionarmos cargas eletricamente contrárias ao indutor, que é o capacitor. Um anula o efeito do outro. Assim, coloca-se em paralelo com a alimentação do motor um capacitor de correção de fator de potência, calculado por:

$$C = 2,65 \times 10^6 \times \frac{KVar}{V^2} \text{ (uF)}$$

$$KVar = K \times \frac{KW}{n}$$

Onde:

C : Capacitor em uF;

V : Tensão eficaz da alimentação monofásica;

KW: Potência ativa em KW do motor;

KVar: Potência reativa total do motor antes do uso do capacitor;

n : rendimento do motor

K: constante de tabela em função do Fator de potência atual e o desejado (dado do fabricante);

Exemplo:

Dado um motor da WEG, de 2 CV e rendimento de 76%, 220V, determinar o capacitor necessário para fazer o fator de potência sair de 0,75 para 0,94?

Solução:

O fabricante fornece $K=0,5190$

$$KVar = 0,5190 \times \frac{1,472}{0,76} = 1,0052$$

$$C = 2,6510 \times 10^6 \times \frac{1,0052}{220^2} = 55 \mu F$$

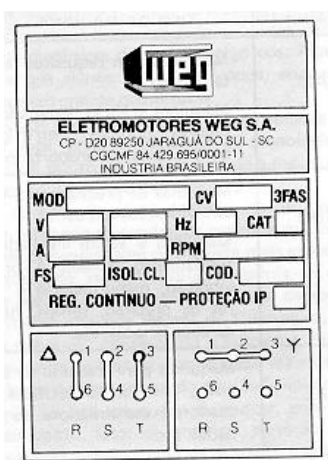
Logo, precisamos de um capacitor de 55 μF , 220V , 1KVar. Com estas três especificações compramos o referido capacitor.

2. CARACTERÍSTICAS GERAIS DOS MOTORES:

Os dados de placa servem para identificar o motor e dar suas características principais, e compõem-se, geralmente, de:

- a) Potência Nominal: é a potência que o motor pode fornecer dentro de suas características nominais (Watts , CV ou HP);
- b) Tensão nominal: é a tensão da rede para o qual o motor foi projetado, suportando uma variação de 10% (em Volts);
- c) Frequência nominal: é a frequência do sistema elétrico para o qual o motor foi projetado, permitindo uma variação de 5% (em Hz);
- d) Corrente nominal: é a corrente absorvida quando o motor funciona em potência nominal (em A);
- e) Fator de Serviço: é o fator aplicado à potência nominal que indica a máxima sobrecarga permissível continuamente. É comum um fator de serviço de 1,25 – isto é – admite uma sobrecarga de 25% acima da potência nominal (em motores pequenos);

- f) Grau de Proteção: indica o grau de proteção que esse motor tem contra poeira, água, limalha de ferro, gases, com ventilação prejudicada e outros resíduos industriais;
- g) Letra-Código: muitos fabricantes fornecem uma letra-código indicando a relação entre corrente nominal com rotor bloqueado sob tensão nominal. Com isso fornece uma relação aproximada entre os KVA consumidos por CV de potência com o rotor bloqueado.
- h) Velocidade nominal: indica a velocidade em rpm em condições nominais;
- i) Identificação do fabricante: nome, marca e endereço do fabricante;
- j) Formas de ligação: indica por meio de esquemas e números a forma de se ligar o motor.



The image shows a motor nameplate for ELETROMOTORES WEG S.A. It includes fields for MOD, CV, 3FAS, V, Hz, CAT, A, RPM, FS, ISOL. CL., COD., and REG. CONTINUO. At the bottom, there are two connection diagrams: a delta (Δ) connection and a star (Y) connection, both showing terminals 1, 2, 3, 4, 5, and 6.

TABELA LETRA-CÓDIGO

Letra-Código	KVAr / cv	Letra-Código	KVAr / cv
A	Abaixo de 3,14	L	9,00 – 9,99
B	3,15 – 3,54	M	10,00 – 11,19
C	3,55 – 3,99	N	11,20 – 12,49
D	4,00 – 4,49	P	12,50 – 13,99
E	4,50 – 4,99	R	14,00 – 15,99
F	5,00 – 5,59	S	16,00 – 17,99
G	5,60 – 6,29	T	18,00 – 19,99
H	6,30 – 7,09	U	20,00 – 22,39
J	7,10 – 7,99	V	22,40 e acima
K	8,00 – 8,99		

Da tabela de condução de corrente em condutores de cobre e alumínio, com capa de PVC podemos retirar qual a seção mínima do condutor apropriado para ser usado em instalações elétricas, tanto de motores, como de residências.

TABELA DE CONDUÇÃO DE CORRENTE EM CONDUTORES

Capacidade de Condução de corrente para cabos isolados com PVC, a temperatura ambiente de 30 °C

SEÇÃO NOMINA L (mm ²)	CAPACIDADE DE CONDUÇÃO DE CORRENTE EM AMPÉRES			
	COBRE		ALUMÍNIO	
	2 CONDUTORES CARREGADOS	3 CONDUTORES CARREGADOS	2 CONDUTORES CARREGADOS	3 CONDUTORES CARREGADOS
1,0	13,75	12	-	-
1,5	17,5	15,5	-	-
2,5	24	21	-	-
4	32	28	-	-
6	41	36	-	-
10	57	50	-	-
16	76	68	-	-
25	101	89	-	-
35	125	111	98	86
50	151	134	118	105
70	192	171	150	133
95	232	207	181	161
120	269	239	210	186

A tabela a seguir mostra as características nominais de motores trifásicos de indução, 1800 rpm, 60 Hz, da WEG, que serve como exemplo de dados que o fabricante normalmente disponibiliza para o projeto de motores.

Potencia Nominal (CV)	Velocidade Nominal (rpm)	Corrente Nominal (A)		Relação IP/IN	Rendimento η (%)	Fator de Potencia $\cos \phi$	Fator de Serviço
		220 V	380 V				
0,33	1720	1,5	0,9	4,3	60	0,66	1,25
0,5	1720	2,2	1,2	4,0	63	0,70	1,25
0,75	1725	3,0	1,7	5,7	69	0,70	1,25
1	1720	4,2	2,5	5,6	66	0,70	1,25
1,5	1725	5,2	3,0	6,3	75	0,75	1,2
2	1725	6,8	4,0	7,1	76	0,75	1,2
3	1730	9,5	5,5	6,5	76	0,80	1,15
4	1740	12	7,0	6,5	79	0,82	1,15
5	1740	15	8,5	6,4	79	0,82	1,15
6	1740	17	10	6,0	81	0,84	1,15
7,5	1745	21	12	5,5	82	0,84	1,15
10	1745	28	16	7,0	82	0,85	1,00

Observem que:

- Ao aumentar a potência, diminui-se o fator de serviço e o escorregamento, mas aumenta-se o rendimento e o fator de potência melhora.

3. DETERMINAÇÃO DE CORRENTES

1) CORRENTE DE PARTIDA

- a) Usando o valor da corrente nominal e o valor de I_p / I_n podemos determinar a corrente de partida por meio da seguinte equação:

$$I_p = \frac{I_p}{I_n} \times I_n \quad (A)$$

- b) Usando a letra-código:

$$I_p = \frac{\frac{KVA}{CV} \times P(CV) \times 1000}{\sqrt{3} \times V_L} \quad (A)$$

Assim, se um motor tiver as seguintes características: 1 CV, letra-código L, $V=220V$, a corrente será entre 23,58 A e 26,3 A.

2) CORRENTE NOMINAL

A corrente nominal para motores monofásicos será dada por:

Sabemos que a potência nominal é dado por $P_{lf} = V \cdot I \cdot \cos(f) \cdot \eta$

Então a corrente em Ampéres será:

$$I = \frac{P}{V \cdot \cos(f) \cdot \eta}$$

Se for sistema trifásico, então a corrente será:

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot V_L \cdot \cos(f) \cdot \eta}$$

Onde:

V_L : Tensão de linha
 V : Tensão de Fase
 $\cos(\varphi)$: fator de potência
 η : rendimento

4. ESQUEMAS DE ALIMENTAÇÃO DE MOTORES

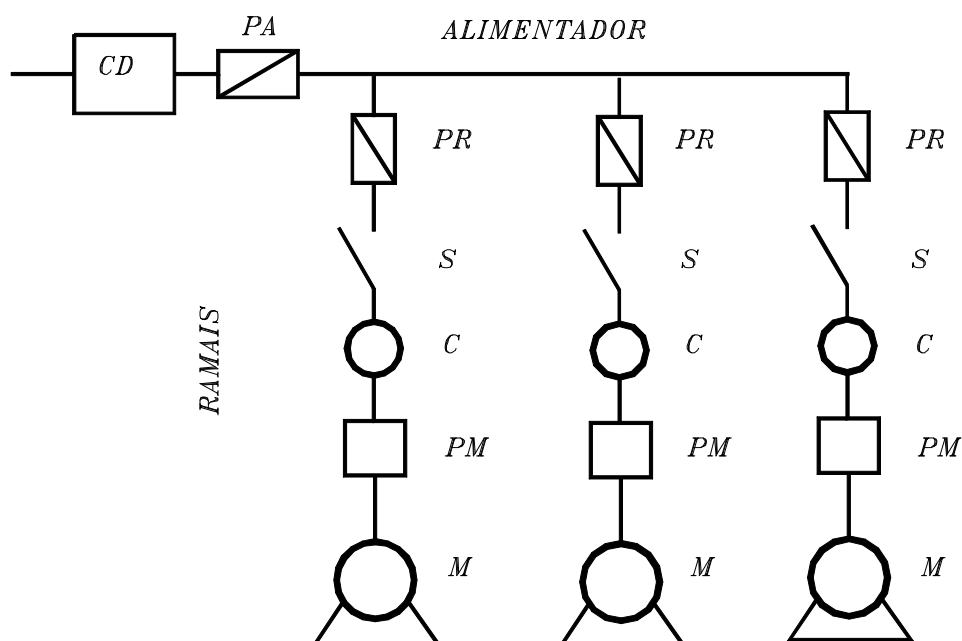
Temos várias possibilidades de alimentar um ou mais motores. De qualquer maneira precisamos construir um ramal específico para alimentar esses motores. Dependendo da potência consumida pelos motores, podemos optar por alimentá-los individualmente ou em pequenos grupos.

A disposição se divide em Linear e Radial.

a) Disposição Linear Comum

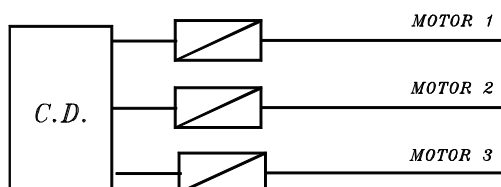
É usado quando os vários motores possuem potências de valor próximo uma da outra, ou quando estão dispostos linearmente no terreno. Neste caso, todos os motores ficam em paralelo com a linha de alimentação, com um único disjuntor de proteção do ramal. Esse sistema é o mais utilizado devido à simplicidade do circuito.

Quando os motores estão fisicamente próximos do disjuntor de proteção do alimentador, podemos suprimir os fusíveis de proteção do ramal. Esse sistema é chamado de Sistema Linear sem proteção do ramal do motor. Outra possibilidade de suprimir a proteção do ramal é quando esses ramais são curtos (menores que 8 metros).



b) Alimentação Radial Individual

É usado quando as potências nominais dos motores são distantes entre si, ou quando não estão dispostos um próximo do outro, até em direções diferentes.



5. DIMENSIONAMENTO DOS ALIMENTADORES

O cálculo dos condutores para alimentar motores tem como base a corrente que circula no sistema ou a queda de tensão máxima admissível para o circuito. Usualmente, faz-se os dois cálculos e a seção de condutor que der maior será a escolhida:

$$S_{\text{escolhido}} > (S_{\text{corrente}}, S_{\text{tensão}})$$

a) Com Base na Corrente Nominal

Em circuitos com motores deve-se garantir que o maior motor do circuito possua uma folga de 25% em sua corrente nominal. A corrente do alimentador será dado por:

$$I_{\text{alimentador}} = 1,25 \times I_N (\text{maior motor}) + \sum I_N (\text{demais motores})$$

b) Com base na queda de tensão admissível

Conforme a NBR 5410/80 a queda de tensão desde o quadro geral de distribuição até o motor mais afastado é de 5%, sendo distribuídos 4% para o alimentador e 1% para o ramal.

Caso Monofásico:

Sabemos que a seção de um condutor é dado por:

$$S = \frac{r \times L}{R} (mm^2) \quad \text{e} \quad R = \frac{V^2}{P} = \frac{V^2}{V.I.\cos f}$$

Logo, substituindo um no outro, temos:

$$S = \frac{r.L.I.V.\cos f}{V^2}$$

Assim, podemos generalizar a equação anterior, multiplicando o resultado por 2 para termos dois fios (fase+neutro):

$$S = 2.r.\frac{\sum I_N L_N \cos f_N}{\Delta v} (mm^2)$$

Onde:

L → Comprimento em metros;

Δv → queda de tensão máxima admissível em volts;

ρ → Resistividade do material de que é feito o condutor (cobre ou alumínio)

$$r_{CU} = \frac{1}{56} \quad r_{AL} = \frac{1}{32} \quad \left(\frac{\Omega .mm^2}{m} \right)$$

Caso Trifásico:

Neste caso, devemos usar a seguinte equação:

$$S = \sqrt{3}.r.\frac{\sum I_N L_N \cos f_N}{\Delta v} (mm^2)$$

6. DIMENSIONAMENTO DOS RAMAIS

O cálculo dos condutores para alimentar motores tem como base a corrente que circula no sistema ou a queda de tensão máxima admissível para o circuito. Usualmente, faz-se os dois cálculos e a seção de condutor que der maior será a escolhida:

$$S_{escolhido} > (S_{corrente}, S_{tensão})$$

- a) Com base na corrente máxima que circula no condutor

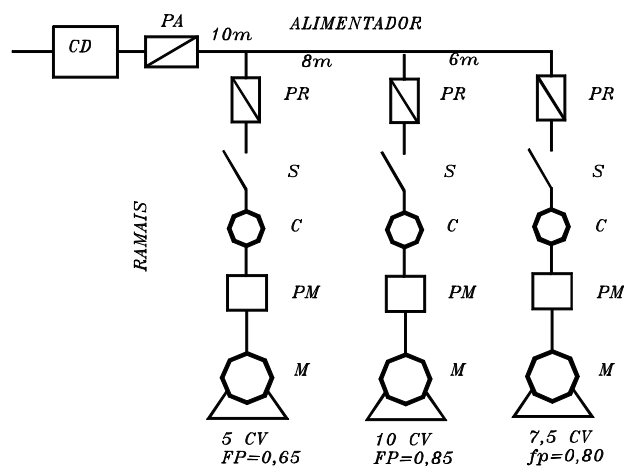
$$I_{RAMAL} \geq 1,25 \times I_n \text{ do motor}$$

- b) Com base na queda de tensão máxima admissível

Usamos a mesma equação do dimensionamento dos alimentadores, agora com Δv de 1%.

EXERCÍCIO:

Dado o sistema linear de alimentação de motores, determinar a seção do condutor do alimentador, considerando-o um condutor único, de cobre, com queda de tensão máxima admissível de 2%, rendimento dos motores de 85% e tensão de linha de 220V.

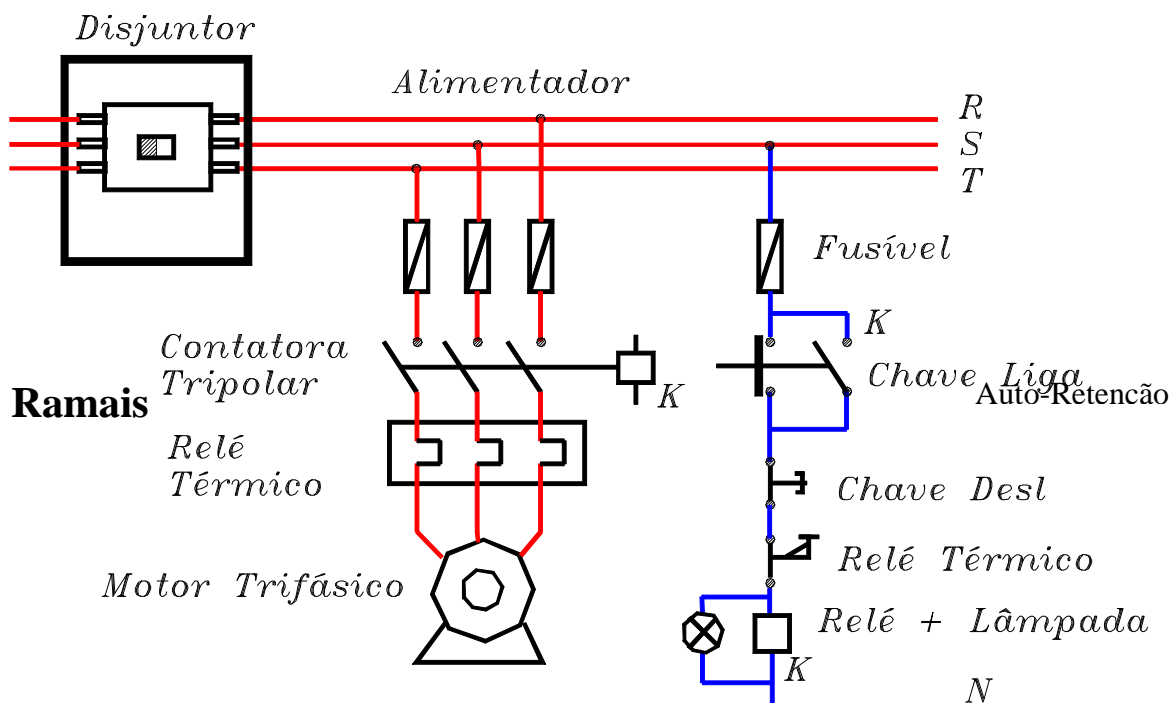


7. DISPOSITIVOS DE ACIONAMENTO DE MOTORES

Para acionar qualquer motor temos que ter dispositivos de distribuição, proteção, sinalização e acionamento ou comando. Um sistema mínimo é composto das seguintes partes:

- Caixa de distribuição;
- Alimentador;
- Dispositivo de proteção ao alimentador;
- Ramal de ligação;
- Dispositivo de proteção do ramal;
- Fusíveis de proteção ao motor;
- Chave contatora para acionamento do motor;
- Relé de sobrecarga para proteção do motor;
- Lâmpadas de sinalização de acionamento;
- Chaves de comando Liga/Desliga.

Na figura abaixo identificamos cada um destes elementos:



Motores de potência inferior a 5 CV são permitidos serem acionados de maneira direta, ou seja, sem chaves de partida compensadoras de corrente de partida. Na Figura acima está representado a maneira direta de se acionar um motor.

8. PARTIDA DE GRANDES MOTORES:

Como a corrente de partida de grandes motores é muito elevada, usa-se um método que reduza a corrente de partida até que o motor saia da inércia (com rotor parado o motor é como um curto-circuito para a fonte). Após atingir 90% da rotação nominal, o sistema de partida é desativado e o motor trabalha em regime nominal (corrente, tensão e velocidades nominais).

Podemos usar quatro métodos de partida de motores: direta, com chave estrela-triângulo, com chave compensadora e resistores de partida. Na tabela abaixo resumimos estes métodos:

TIPO DE PARTIDA	CARACTERÍSTICAS
Direta	Motores pequenos, até 5 CV, ligados diretamente na fonte de alimentação trifásica ou monofásica.
Com Chave Y/ Δ	Motores que podem partir sem carga ou com 50% da carga nominal. A corrente de partida e o conjugado nominal se reduzem a 1/3 do seu valor nominal. É um sistema que aplica inicialmente uma tensão reduzida sob a bobina do estator, até que o motor saia da inércia, quando então é aplicado a tensão nominal no estator. Parte com conexão Y e após certo tempo (até que a rotação alcance 90% da nominal) troca-se a conexão para Delta. É usado em motores de indução até 30 CV e cuja tensão nominal da bobina do estator é igual a tensão de linha da rede de alimentação.
Com chave compensadora	Motores que devem partir com a carga nominal conectado à ele. Por exemplo: compressores, bombas, britadeiras. É um sistema que possui um auto-transformador com taps para 50%, 65% e 80% da tensão nominal, ajustável mecanicamente. Na partida o motor é ajustado para ter uma tensão mais baixa e, após um certo tempo pré-

	programado, o motor é alimentado diretamente pela rede elétrica. A corrente de partida é reduzida proporcionalmente à redução da tensão aplicada sobre ele, porém o ocnjugado é proporcional ao quadrado da tensão aplicado sobre as bobinas do estator.
Com resistores	Para motores que podem partir sem carga. Aplica-se uma tensão menor na partida sob o enrolamento e obtém-se menor corrente de partida. Após um certo tempo pré-programado, o motor é alimentado diretamente pela rede elétrica, através de um curto-circuito nas resistências.

9. PROTEÇÃO DE MOTORES ELÉTRICOS

Devemos proteger os motores elétricos contra danos causados por excesso de corrente. Essa proteção só é viável economicamente para motores acima de 1CV, devido ao alto custo proporcional (em relação ao custo dos motores) destes elementos de proteção. Na tabela a seguir mostramos os principais problemas que podem ocorrer em circuitos com motores e os elementos usados para a sua proteção.

PROBLEMA	DISPOSITIVO DE PROTEÇÃO
Curto-circuito	Disjuntor termo-magnético ou Fusível
Sobrecarga	Relé térmico ou disjuntor termo-magnético
Falta de Fase	Relé de falta de fase
Sub tensão	Relé de sub tensão

a) Chave Contatora

São normalmente para circuitos trifásicos e tem a função de fechar três contatos simultâneamente, por pressão mecânica, e com comando eletromagnético (relé K). A pressão mecânica é tal que inibe faiscamentos e/ou abertura após o fechamento (ricochete).

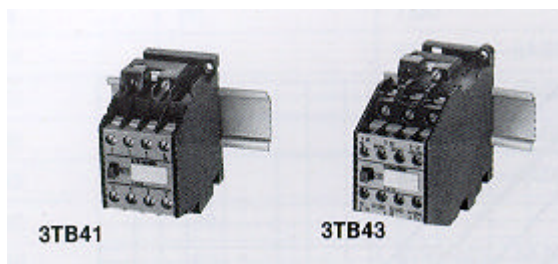
É composta de:

- ☐ bobina de comando
- ☐ contatos por acionamento eletromagnético
- ☐ contatos auxiliares.

Quanto à tensão de acionamento da bobina de comando, podem ser em tensão alternada ou tensão contínua.

Alguns dados típicos de bobinas de comando trifásicas:

Dados Técnicos	Especificação
Consumo da bobina	12 a 15 VA (ligação permanente)
Vida mecânica	15 milhões de manobras
Tempo de fechamento	8-35 ms
Tempo de abertura	4-18 ms
Duração do arco	10 ms
Tensão de bobina	De acordo com a rede de alimentação
Corrente nominal nos contatos	De acordo com o circuito
Categoria de utilização: é um indicativo do tipo de utilização que vai ter a contatora e deve ser especificada pelo projetista	AC1: Manobra com carga ôhmica; AC2: Manobra de motores com rotor bobinado; AC3: Manobra de motores com rotor em curto circuito; AC4: Manobra de motores com frenagem e inversão da rotação;
Especificação	Categoria de Utilização Tensão da bobina (valor e tipo) Corrente nominal de serviço Quantidade de contatos auxiliares Frequência de acionamento

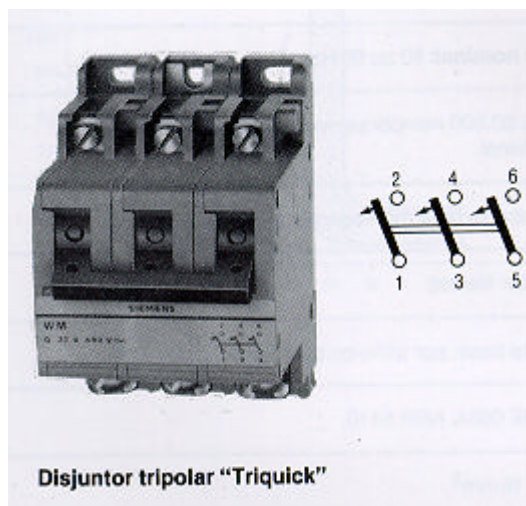


b) Disjuntor

São chaves para manobra e proteção contra sobrecargas. São disjuntores específicos para acionar motores e diferenciam-se dos disjuntores domésticos por terem internamente uma construção mais robusta, contatos auxiliares e três tipos de relés (térmico, eletromagnético e sub-tensão). Entretanto, muitas vezes é usado o disjuntor doméstico para acionar e proteger pequenos motores monofásicos de uso doméstico (devido ao seu custo menor em relação aos disjuntores específicos).

Alguns dados técnicos

Vida mecânica	100.000 manobras
Tensão máxima de serviço AC	600V
Frequência	40-60 Hz
Frequência de manobras	40 manobras/hora
Número de contatos auxiliares	Até 2 (NA ou NF)
Corrente dos contatos auxiliares	220V : 3,5 A 380V : 2,5 A 500V: 1,5 A
Relé Termico	ajustáveis nas 3 fases para proteção contra sobrecarga
Relé eletromagnético	Não ajustáveis para proteção contra curto-circuito
Relé de sub-tensão	Proteção contra sub-tensão da rede
Especificações	Frequência de serviço Tensão de serviço Faixa de ajuste do relé térmico Corrente nominal Tipo de Acionamento: tecla, rotativo, alavanca



c) Fusíveis

Protegem o motor contra curto-circuitos, pois os relés de sobrecargas são lentos para atuarem nestes casos. Devem, entretanto, não ativar na partida, quando a corrente de partida excede em muito à corrente nominal. Por isso, em motores, usamos fusíveis de ação retardada, especiais, chamados de DIAZED ou NH

Na figura abaixo temos um fusível típico usado em motores.



Os fabricantes fornecem curvas características de tempo x corrente, que nos dizem em quanto tempo um determinado fusível levará para atuar se a corrente exceder a corrente nominal do fusível. Se conhecermos o tempo que o motor leva para acelerar desde a velocidade zero até a velocidade nominal, podemos utilizar estes gráficos.

Caso não tivermos essas curvas ou não conhecermos o tempo que leva um motor para chegar à velocidade nominal, podemos aproximar, com razoável precisão, dimensionando o fusível para a metade da corrente de pico do motor. Assim, num motor de 40 A de pico, colocamos um fusível retardado de 20 A.

Exercício:

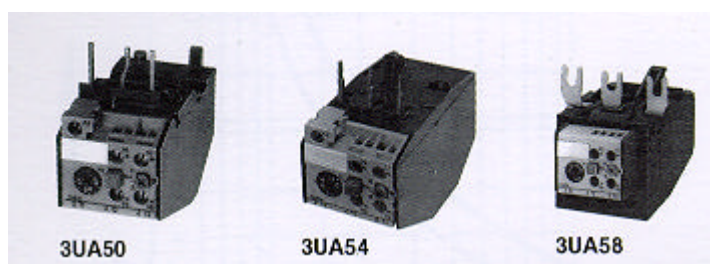
Dado um motor trifásico, de 10 HP, 380 V, 60 Hz, letra-código= F, tempo de partida de 10 segundos, determine o fusível de proteção contra curto-circuito deste motor.

d) Relé de sobrecarga

São relés que acionam uma chave auxiliar quando a temperatura nos pares bimetálicos que estão em série com a corrente do motor excede ao ajustado por um botão externo. Esta chave auxiliar é colocado no circuito de comando, em série com a bobina contatora, desacionando-a se houver excesso de calor provocado por um excesso de corrente nas bobinas do motor, advindo de sobrecargas mecânicas acopladas ao eixo do motor.

Tanto o botão de ajuste, como os pares bimetálicos, e a chave auxiliar encontram-se num corpo único, com conexões trifásicas.

Na figura abaixo temos relés de sobrecarga típico.



A escolha do relé de sobrecarga é feito tendo-se conhecimento da corrente nominal do motor, seu fator de serviço, e do tempo que leva para atingir a rotação nominal (em segundos).

Assim, o ajuste da sobrecarga é feito da seguinte forma:

$$I_{AJUSTE} = I_{NOMINAL} \times \text{Fator Serviço}$$

Os principais fabricantes de relés de sobrecarga (Siemens – WEG – Eletromar) publicam tabelas de escolha do relé de acordo com a potência, tensão e frequência nominais do motor, fornecendo a faixa de ajuste e o tempo que leva para disparar o relé no caso de sobrecarga.

Exercício:

Dado um motor de trifásico de 5 CV, 220 V, 60 Hz e FS=1,2 determine um relé de sobrecarga e a corrente de ajuste deste relé. Em quanto tempo este relé vai abrir sua chave auxiliar se a corrente exceder a 100% da corrente nominal ?

10. CARACTERÍSTICAS DO AMBIENTE

Ao contrário do que se possa imaginar, um motor é projetado para trabalhar em condições de ambiente conhecidas (Temperatura, altitude, tipo de ambiente) e específicas. Assim, não é qualquer temperatura, qualquer altitude, qualquer ambiente que todos os motores podem trabalhar. Devemos levar em conta essas variáveis na hora de escolher o motor.

a) Altitude:

Acima de 1000 metros os motores apresentam problemas de aquecimento causados pela rarefação do ar, e conseqüentemente problemas de arrefecimento. Com isso aumentam as perdas, e diminui a potência máxima fornecida. Como regra geral, a capacidade de um motor reduz 1% a cada 100m acima de 1000m.

b) Temperatura ambiente:

Temperaturas altas, acima de 40 °C, dificultam o esfriamento do motor, aumentam as perdas e diminui a potência fornecida, podendo danificar o isolamento das bobinas.

Temperaturas baixas (-20 °C) apresentam problemas de excessiva condensação interna e formação de gelo nos mancais provocando o endurecimento de graxas ou lubrificantes.

c) Ambientes Agressivos:

Os motores que irão trabalhar em ambientes agressivos precisam ser fabricados levando em conta o tipo de agressão que irão sofrer (poeira, cavacos, água). A ABNT fixou os graus de proteção dos motores através da norma NBR 6164, em dois tipos:

- a) Contra o contato de corpos sólidos às partes vivas e móveis;
- b) Contra a penetração de água no interior do invólucro (danoso ao funcionamento);

Para isso, confeccionou-se um código composto de 2 algarismos A e B e da palavra código IP.

I P - A B

O valor de A pode ser:

0	Sem proteção
1	Proteção contra objetos sólidos maiores que 50 mm
2	Proteção contra objetos sólidos maiores que 12 mm
3	Proteção contra objetos sólidos maiores que 2,5 mm
4	Proteção contra objetos sólidos maiores que 1,0 mm
5	Protegido contra poeira

O valor de B pode ser:

0	Sem proteção
1	Pingos de água na vertical
2	Pingos de água até a inclinação de 15 ° na vertical
3	Água de chuva até a inclinação de 60 ° na vertical
4	Projeções de água de todas as direções
5	Jatos de água de todas as direções
6	Água de vagalhões
7	Imersão temporária
8	Imersão permanente

d) Motores à prova de Intempéries:

Motores que são para uso naval e que trabalham expostos à chuva, à maresia, etc... apresentam a letra W após as letras I P. Ex.: IPW55.

e) Motores totalmente fechadas e sem ventilação:

Destinados à trabalhar em ambientes confinados e de pouca ventilação (em estufas, em máquinas textéis)

Motores à prova de explosão:

São destinados à trabalharem em ambientes perigos, de tal forma que, caso o motor explodir, não cause centelhas ou chamas para fora do motor. A temperatura do motor externa deve ser muito baixa de tal maneira que não inflamar a mistura que há no ambiente.

11. SELEÇÃO DE MOTORES ELÉTRICOS

a) Introdução:

A seleção de motores elétricos leva em conta diversos elementos, dando-se destaque às exigências da carga. Deve-se levar em conta:

- tipo de motor
- conjugado
- tensão de alimentação
- fator de serviço
- custo inicial
- capacidade da rede
- necessidade ou não de correção de fator de potência
- conjugado requerido
- necessidade ou não de regulação de velocidade
- tipo de ambiente (úmidade, poluição, ambiente corrosivo, etc...)
- outros...

O motor assíncrono de indução é o mais empregado em qualquer aplicação industrial, devido a sua construção robusta e simples, além de ser a solução mais econômica. Usamos o motor de indução com rotor bobinado em aplicações onde é necessário partidas com carga pesada (alto conjugado de partida), acionamento com velocidade ajustável ou onde é necessário uma baixa corrente de partida.

b) Relação entre Conjugado e Potência

Quando a energia é aplicada sob a forma de movimento rotativo, a potência depende do conjugado C e da rotação em rpm. Conhecendo-se o conjugado e a rotação, podemos determinar a potência em CV ou Watts do motor, isto em regime permanente. Com isso garantimos que o motor possui potência suficiente para manter o motor em movimento com a carga mecânica aplicada no eixo. Muitas vezes o conjugado nominal da máquina é apenas estimado, e para isso se faz um ajuste prático na escolha do motor.

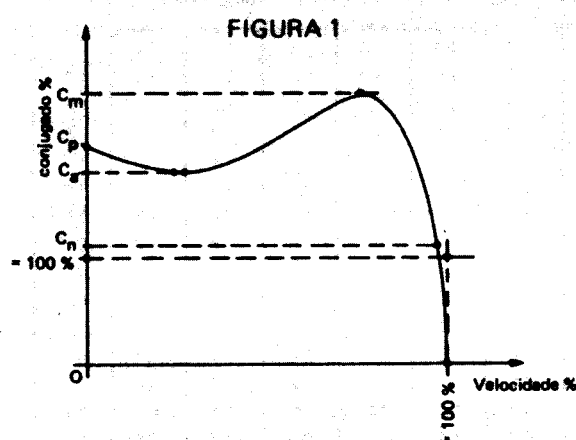
c) Aspectos Mecânicos e Elétricos que devem ser levados em conta

Conjugado de Partida:

É o conjugado necessário para vencer a inércia do motor (às vezes com carga mecânica conectada) e produzir movimento. É necessário que o conjugado de partida do motor seja sempre superior ao conjugado resistente (da carga mais o peso próprio do eixo).

Conjugado de Aceleração:

É o conjugado necessário para acelerar a carga até a velocidade nominal. O conjugado motor deve sempre ser maior que o conjugado resistente entre todos os pontos desde zero até a rotação nominal. No encontro das curvas, temos a rotação nominal do motor (ou bem próximo).



Conjugado Nominal:

É o conjugado necessário para mover a carga em condições nominais de rotação. O conjugado motor deve ser capaz de suprir a necessidade da carga acoplada ao seu eixo.

Tensão / Frequência:

Deve-se sempre observar a tensão de alimentação, o tipo de conexão (Y/ Δ), a frequência da rede, e se o motor possui algum método de partida.

Características Ambientais:

Em ambientes não contaminados, secos, com boa refrigeração natural e em altitudes médias, sem respingos de líquidos ou sólidos, não há a preocupação quanto à escolha da proteção externa do motor. Caso algumas dessas variáveis seja diferente do normal, devemos levar em conta a especificação do fabricante.

Portanto, o motor deve ser capaz de:

- Acelerar a carga em tempo suficientemente curto (não ser muito lento para acelerar, nem muito rápido);
- Funcionar em regime permanente sem elevar a sua temperatura e nem sua corrente nominal;
- Trabalhar sob a potência nominal, onde o rendimento é máximo, praticamente todo o tempo de operação. Um motor trabalhando com folga (sobredimensionado) é perda de energia na certa, uma vez que seu rendimento diminui. Às vezes, por falta de conhecimento, se sobredimensiona o motor, porém é indesejável que isto aconteça.
- Não ficar ligando e desligando em períodos muito curtos (5 minutos, por exemplo), pois isto representa uma diminuição da vida útil do motor e um consumo muito grande de energia (na partida a corrente é muito alta).\

12. GUIA DE SELEÇÃO DE MOTORES DE INDUÇÃO PARA DIFERENTES CARGAS

Tipo de Carga	Conjugado Requerido		Características de Carga	Tipo de Motor
	Partida	Aceleração		

Bombas Centrífugas Ventiladores Furadeiras Compressores Retificadoras Trituradoras	Entre 1 e 1,5 vezes o conjugado nominal	Valores máximos entre 200% e 250% do valor nominal	Condições de partida fáceis como: engrenagem intermediária, baixa inércia ou uso de acoplamentos especiais que simplifiquem a partida	Motor de Indução com conjugado e corrente de partida normais
Compressores Carregadores Alimentadores Laminadores de barras	Entre 1 e 2 vezes o conjugado nominal	Valores máximos não maiores que 2 vezes	Conjugado de partida Alto para vencer elevada inércia. Cargas que não exigem sobrecargas durante a operação normal	Motor de Indução com conjugado alto e corrente de partida normal
Ventiladores Queimadores de óleo Máquinas ferramenta Bombas centrífugas	Entre 1 e 1,5 vezes o conjugado nominal	Valores máximos não maiores que 2 vezes	Conjugado que aumenta com a velocidade e cargas que podem solicitar picos intermitentes de conjugado acima do nominal	Motor de Indução com fase dividida
Ventiladores montados no eixo	0,1 do conjugado nominal	sem picos de carga	partida extremamente leve e funcionamento contínuo	Motor monofásico com capacitor permanente
Prensas Puncionadores Guindastes Pontes rolantes elevadores de talhas tesouras mecânicas bombas de óleo	3 vezes o conjugado nominal	Requer 2 a 3 vezes o conjugado nominal	Cargas intermitentes, com paradas freqüentes e reversão da rotação.	Motor de Indução com conjugado alto e corrente de partida normal e alto escorregamento (+de 5%)

Máquinas ferramentas Misturadores Transportadores	varia de 0,5 a 3 vezes	1 ou 2 vezes o conjugado nominal	Exigem velocidades variáveis	Motor de Indução com conjugado alto e corrente de partida normal
Compressores Bombas Máquinas Ferramentas Transportadores Compressores de Ar	Condições de partida difíceis (2 a 3 vezes o nominal)	Picos que não excedem a 2 vezes o nominal	Conjugado alto e pequena corrente de partida, velocidade constante, e frequentes paradas	Motor de Indução com capacitor de partida
Bombas d'água Máquinas Ferramentas Transportadores	fração do conjugado nominal	Picos que não excedem a 2 vezes o nominal	Conjugado alto e pequena corrente de partida, velocidade constante	Motor de Indução com capacitor de dois valores