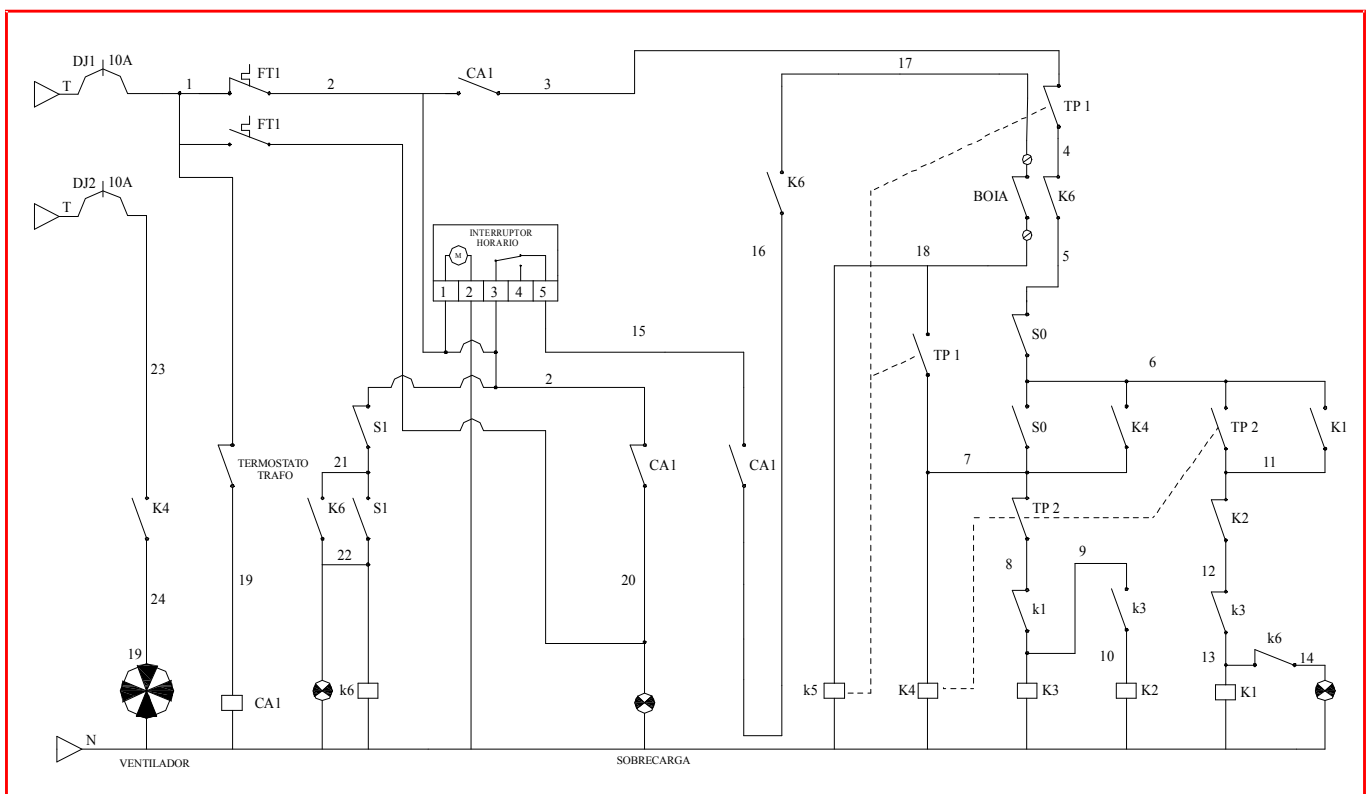


# CIRCUITOS ELÉTRICOS INDUSTRIAIS



Rio do Sul, 01 de Janeiro de 2008  
 Editado por: CCA Materiais Elétricos Ltda

## 1. INTRODUÇÃO

Esta apostila é uma recompilação de vários materiais existentes na internet, notas de aula e desenvolvimentos práticos feitos na empresa CCA MATERIAIS ELÉTRICOS LTDA. A idéia é apresentar, de modo muito simples, como se trabalha com montagens com acionamento por contatores, projetos de painéis, montagem física dos painéis e demais atividades relacionadas ao tema. O leitor irá verificar que, ao longo deste trabalho, a simbologia será alterada várias vezes. Isto é feito para que leitor se familiarize com todas as simbologias, ou pelo menos com as mais comuns, existentes no mercado.

Este material pertence à empresa CCA MATERIAIS ELÉTRICOS LTDA e pode ser livremente copiado desde que citada a fonte ([www.cca.ind.br](http://www.cca.ind.br)).

Para esclarecer qualquer dúvida o leitor poderá entrar em contato com a empresa através do e-mail [cca@cca.ind.br](mailto:cca@cca.ind.br).

Também, caso alguém encontre algum erro, por favor, nos informe pelo mesmo e-mail para que possamos fazer a correção.

## 2. SEGURANÇA

Os bons projetos de painéis elétricos devem considerar, além do funcionamento perfeito, as condições de segurança. Quando se fala em segurança, deve-se considerar tanto a segurança do próprio projeto quanto a da operação do painel. Há uma norma do Ministério do Trabalho que trata do assunto “segurança em instalações elétricas”, trata-se da NR10. No site [www.cca.ind.br](http://www.cca.ind.br) há uma cópia original desta norma e também uma cópia comentada por especialistas no assunto. É sempre necessário deixar dentro do painel a documentação necessária para que outros técnicos possam fazer manutenções. Essa documentação inclui: esquemas, memorial descritivo, lista de peças e outros documentos que possam ser interessantes ao operador. De qualquer maneira algumas considerações importantes são as seguintes:

**Segurança no projeto:** devem-se considerar todas as possibilidades que as chaves, contatores, etc podem assumir. Fazer sempre intertravamentos entre partes que não podem estar acionadas simultaneamente. Uma questão fundamental é a análise da situação em que o circuito foi desligado devido a uma anormalidade (curto circuito, sobrecarga, falta de energia elétrica, etc). Nesta situação, quando a causa do desligamento for removida, o sistema não pode se auto ligar em hipótese alguma. Em qualquer situação de desligamento deve ser necessária a intervenção do operador para religar o sistema.

**Segurança na operação:** quando se fala em segurança na operação, entende-se todas as operações necessárias a própria operação e também a possibilidade de choques elétricos. Na questão de segurança nas operações deve-se considerar o acesso às chaves, botões etc. Este acesso deve ser fácil e estar o mais longe possível das partes energizadas de potência. Uma regra básica é a seguinte: toda a operação do painel deve ser externa e deve haver uma sinalização muito clara do estado em que o painel se encontra. O operador não deve ter necessidade de abrir a porta para efetuar nada. Dentro do painel deve haver indicações claras a respeito da voltagem, necessidade de cuidado, etc. para evitar que alguém faça alguma operação incorreta. Todas as partes energizadas devem ser protegidas por alguma tampa, que pode ser de acrílico, por exemplo.

## 3. TERMINOLOGIA

### 3.1. Acionamento Manual:

Componente mecânico de acionamento de um equipamento. Exemplo: botão de comando, alavanca, chave fim de curso, etc.

### **3.2. Acionamento por corrente alternada (CA):**

Circuito de comando alimentado por corrente alternada. No Brasil, geralmente essa corrente alternada possui frequência de 60 Hz.

### **3.3. Acionamento por corrente contínua (CC):**

Circuito de comando alimentado por corrente contínua.

### **3.4. Capacidade de Interrupção:**

Máxima corrente que um dispositivo de manobra ou proteção (contator, disjuntor, chave seccionadora, etc) pode interromper em condições definidas.

### **3.5. Categoria de Emprego:**

Classificação dos dispositivos de comando de cargas de acordo com as finalidades para as quais são previstos. Ver em [www.cca.ind.br](http://www.cca.ind.br) na área de downloads informativo técnico a esse respeito.

### **3.6. Curva de atuação dos disjuntores:**

Curva que mostra a forma como os disjuntores atuam sob uma sobrecarga ou sob um curto circuito. Para os disjuntores DIN as curvas podem ser B, C ou D. Para os disjuntores caixa moldada existem curvas especiais de atuação. Ver em [www.cca.ind.br](http://www.cca.ind.br) na área de downloads informativo técnico a esse respeito.

### **3.7. Circuito auxiliar ou de comando:**

Circuito por onde são acionados os dispositivos de manobra. Pode ser usado para fins de medição, comando, travamento e sinalização.

### **3.8. Circuito principal:**

Circuito formado pelas partes mais importantes, incluindo os contatos principais, destinados a conduzir a corrente de operação.

### **3.9. Contato:**

Parte de um dispositivo de manobra, através da qual um circuito é ligado ou interrompido:

- Contato NF ou NC (Normalmente Fechado): Contato que na posição de repouso está fechado e quando sofre a ação de uma força abre.
- Contato NA ou NO (Normalmente Aberto): Contato que na posição de repouso está aberto e quando sofre a ação de uma força fecha.
- Contato auxiliar:

- Contato inserido em um circuito auxiliar e operado mecanicamente pelo contator.

- Contato de retenção: É um contato auxiliar do contator, que tem a finalidade de manter a alimentação da bobina do contator. Este contato é ligado em paralelo com o botão de ligação do contator.

- Contato principal:

- Contato no circuito principal de um dispositivo de manobra;

- Contato inserido no circuito principal de um contator, previsto para conduzir na posição fechada, a corrente desse circuito.

### **3.10. Corrente de curto-circuito:**

Designação genérica para a corrente possível de ocorrer no local de instalação de um dispositivo de manobra, quando os terminais estão curto-circuitados. A corrente de curto circuito depende sempre da impedância do local onde o curto circuito ocorre.

### **3.11. Corrente nominal:**

Corrente de operação de um circuito, motor, etc, determinada pelas condições de emprego, em função da qual são escolhidos os diversos dispositivos.

### **3.12. Corrente de partida:**

Corrente que o motor consome quando ligado, porém ainda em repouso (na partida ou frenagem). Seu valor médio é de seis a nove vezes a corrente nominal dos motores.

### **3.13. Sobrecarga:**

Quando é ultrapassado o valor da corrente nominal de um equipamento elétrico. Pode ser por excesso de carga no eixo do motor ou defeito mecânico no motor ou acoplamentos.

### **3.14. Nível de Isolamento:**

Conjunto de valores de tensão suportáveis nominais que caracterizam o isolamento de um equipamento elétrico em relação a sua capacidade de suportar solicitações dielétricas.

### **3.15. Partida lenta:**

São partidas de motores em que a inércia de carga é alta, provocando um tempo de partida acima de:

- 5s – partida direta;
- 10s – partida estrela-triângulo;
- 15s – partida compensadora;
- 10s – partida estrela série-paralela.

### **3.16. Proteção do motor:**

Proteção contra efeitos de sobrecarga e curto-circuito sobre o motor, isto é, proteção da instalação do enrolamento contra aquecimentos e esforços eletrodinâmicos inadmissíveis através de:

- Relé térmico de sobrecarga;
- Sondas térmicas;
- Fusíveis;
- Disjuntores.

### **3.17. Seletividade:**

Operação conjunta dos dispositivos de proteção que atuam sobre os de manobra ligados em série para a interrupção escalonada de correntes anormais (por exemplo, curto-circuito). O dispositivo de proteção deve interromper a parte do circuito de força imediatamente anterior a falha. Os demais dispositivos de manobra devem permanecer ligados, a não ser que o dispositivo anterior tenha falhado e assim sucessivamente.

### **3.18. Vida útil mecânica:**

Caracterizada pela resistência ao desgaste do equipamento, sendo determinado pelo número de manobras sem carga que o equipamento pode realizar sem defeitos mecânicos.

## **4. MATERIAIS UTILIZADOS EM PAINÉIS ELÉTRICOS**

Nesta seção serão apresentados os materiais usualmente encontrados nos painéis elétricos. Não serão considerados materiais tais como: o próprio painel metálico, canaletas, condutores elétricos, terminais, parafusos, etc.

#### 4.1. Botões e chaves de comando:

Designação dada a dispositivos de comando, aos quais pertencem os botões de comando de diversos tipos, que possibilitam o acionamento ou interrupção da corrente de comando. Podem ser do tipo pulsante ou travante, com contatos normalmente abertos ou normalmente fechados, ou ambos. Pulsantes são aqueles que após cessar a força que os pressiona voltam ao estado anterior. Os travantes possuem uma trava que os mantém pressionados até que uma nova ação seja tomada com a finalidade de retorná-los à posição inicial.



Fig. 4.1: Chave travante

Botões pulsantes

#### 4.2. Chave fim de curso:

Botão acionado mecanicamente através da limitação de curso do seu batente. O miolo da chave é que contém os contatos e os terminais do dispositivo fim de curso.



Fig. 4.2: Chaves fim de curso

#### 4.3. Sinalizador:

Botão que possui internamente uma lâmpada ou rede de LEDs para indicar a situação em que se encontra o sistema. Podem ser de várias cores e várias tensões.



Fig. 4.3: Sinalizadores

#### 4.4. Disjuntor:

Dispositivo de manobra mecânica, capaz de ligar, conduzir e interromper correntes sob condições de sobrecarga previstas e, também, de conduzir por tempo especificado, correntes sob condições anormais pré-estabelecidas, tais como as de curto-circuito.



Fig. 4.4: Disjuntor

#### 4.5. Contator:

É uma chave com acionamento eletromagnético que liga e desliga circuitos. Usado de preferência em comandos elétricos automáticos à distância. É constituído de uma bobina que quando alimenta cria um campo magnético no núcleo fixo que por sua vez atrai o núcleo móvel que fecha o circuito. Cessando a alimentação da bobina, desaparece o campo magnético, provocando o retorno do núcleo através de molas, conforme figura

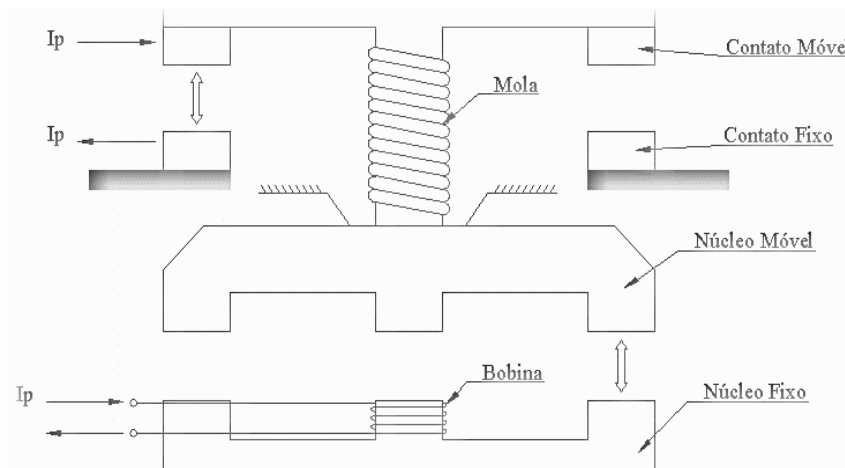


Fig. 4.5: Montagem interna típica dos contadores

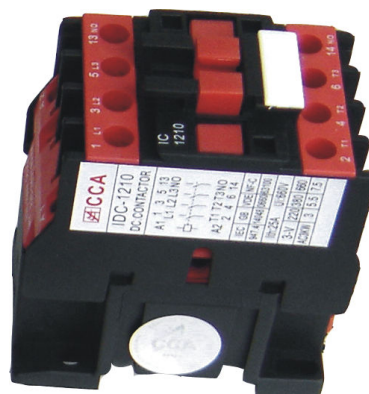


Fig. 4.6: Aspecto visual externo dos contadores

#### 4.6. Relé térmico:

Trata-se de um dispositivo de proteção contra sobrecargas. Ele é acionado por efeito térmico sobre uma chapa bimetálica. Ver em [www.cca.ind.br](http://www.cca.ind.br) na área de downloads informativo técnico a esse respeito e também um informativo com as curvas de atuação do relé térmico CCA.



Fig. 4.7: Aspecto visual externo de um relé térmico

#### 4.7. Disjuntor motor:

É um dispositivo composto de um relé térmico e mais um disjuntor ajustável. Esse dispositivo é utilizado para proteger motores contra curto circuitos e sobrecargas simultaneamente. Deve-se atentar para o fato de que o disjuntor motor não é feito para ser uma chave liga-desliga. O disjuntor motor deve ser acionado e assim permanecer enquanto não ocorrer nenhum evento anormal que produza o seu desligamento.



Fig. 4.8: Aspecto visual externo de um disjuntor motor

#### 4.8. Temporizador:

É um dispositivo utilizado para controlar e/ou sincronizar tempos de atuação. Existem temporizadores com retardo na energização, retardo na desenergização, cíclicos, etc. Basicamente todos eles são eletrônicos, mas existe também o tipo pneumático que deve ser utilizado junto com o contator, pois o seu acionamento acontece quando o contator é acionado. Veja no gráfico seguinte como atua em temporizador.

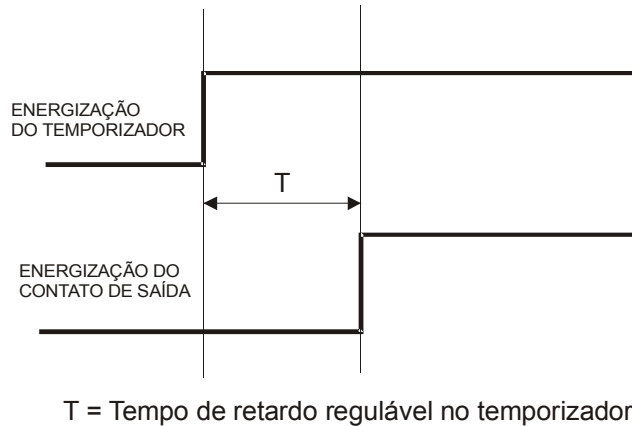


Fig. 4.9: Temporizadores eletrônico e pneumático

#### 4.9. Temporizador estrela triângulo:

É um temporizador similar aos mostrados no item 4.8, porém esse possui um relé com dois contatos. O primeiro é imediato e o segundo contato entra após um breve intervalo de tempo, em torno de 50-100 ms, em que os dois contatos estão abertos. Oportunamente será explicada a utilização deste tipo de temporizador.

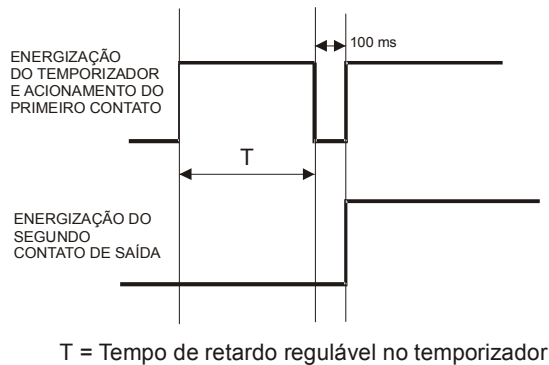


Fig. 4.10: Temporização estrela triângulo

#### 4.10. Blocos de contato auxiliares:

São blocos adaptados para serem instalados sobre os contatores e disjuntores motor. Eles são acionados quando o contator ou disjuntor motor onde eles estão instalados forem acionados. A finalidade destes blocos é aumentar as possibilidades de intertravamentos, acionamentos, etc. Existem várias possibilidades de combinação destes blocos auxiliares. Exemplo: blocos com 1 contato NA e 1 NF, bloco com 3 contatos NA e 1 contato NF, etc.



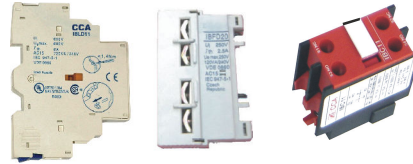


Fig. 4.11: Aspecto físico dos blocos de contato auxiliares

## 5. SIMBOLOGIA:

A finalidade da simbologia é representar no papel os componentes físicos. Existe divergência a respeito de como cada elemento deve ser representado por isso, neste trabalho, optou-se sempre pela utilização da simbologia mais conhecida. Todos os contatos devem aparecer nos circuitos na sua posição natural (sem energização).

### 5.1. Contator

No contator têm-se os contatos principais e auxiliares. Os principais do contator são mais robustos e suportam maiores correntes. Quanto maior a carga acionada, maior terá que ser a corrente suportada pelos contatos. A figura seguinte mostra o contator K1. Os contatos 1-2, 3-4 e 5-6 são os contatos principais. O quadrado com uma diagonal representa a bobina do contator (A1-A2). A entrada da energia é feita pelo lado 1, 3 e 5 e a saída para a carga pelo lado 2, 4 e 6. Na direita aparece o mesmo contator K1 com os contatos auxiliares. Notar os números 13-14 e 43-44 para contatos NA e 21-22 e 31-32 para contatos NF. Toda a numeração apresentada, inclusive a identificação da bobina (A1-A2) são padronizados.



Fig. 5.1: Simbologia de contadores

A simbologia deve ser tal que sempre que aparecer um contato auxiliar em um circuito seja fácil identificar a que contator esse contato auxiliar pertence. Observe o fragmento de um esquema mostrado abaixo. A direita tem-se o circuito de força (onde passa a corrente elétrica que efetivamente alimenta a carga) e a esquerda o circuito de comando (onde se localizam os acionamentos elétricos).

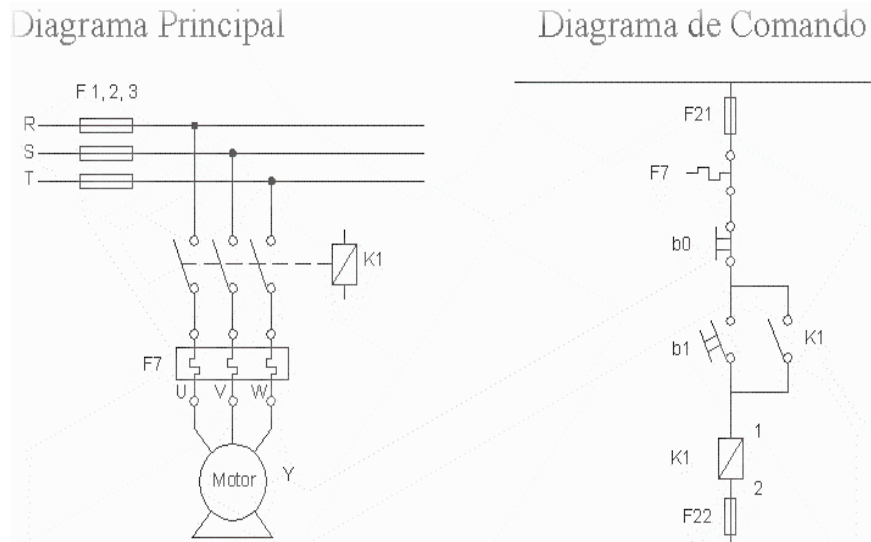


Fig. 5.2: Esquema de ligações elétricas

Observe o contator K1. A bobina aparece duas vezes, porém deve-se entender que fisicamente é apenas uma bobina. Note a direita o contato auxiliar NA K1. A marcação K1 neste contato indica que ele pertence ao contator K1. Quando o contator K1 for acionado este contato irá fechar. Essa é a lógica para entender os circuitos com contadores.

### 5.2. Relé térmico:

Os contatos do relé térmico são representados como na figura seguinte. À esquerda estão representados os contatos principais e a direita os contatos auxiliares. O contato auxiliar deve ser identificado por um número que o relacione a um determinado relé térmico. Observe que o contato F7 é identificado de modo a indicar que pertence ao relé térmico F7.

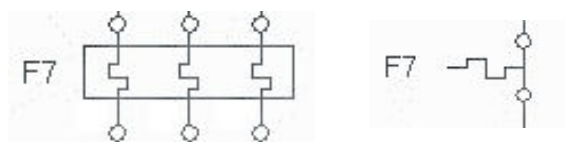


Fig. 5.3: Simbologia de relé térmico

Volte ao fragmento de circuito mostrado na seção do contator. Veja que aí aparece um relé térmico no circuito de força denominado F7. No circuito de comando aparece um contato de relé térmico NF também denominado F7. Isto significa que o contato F7 é um contato NF do relé térmico F7. Quando o relé for acionado esse contato abre.

### 5.3. Botões e outros contatos:

Qualquer contato que apareça no circuito precisa identificar perfeitamente a que dispositivo ele pertence. Veja ainda no mesmo fragmento apresentado acima os contatos b0 e b1. Eles são contatos de botoeiras. B0 é um contato NF e b1 é um contato NA. Esses contatos poderiam, por exemplo, pertencer às seguintes botoeiras:



Fig. 5.4: Botões push com retorno

A botoeira verde poderia ser utilizada para ligar o sistema, por isso ela deveria ter o contato NA e a botoeira vermelha para desligar, por isso ela deveria ter o contato NF.

#### 5.4. Forma de representação dos diagramas esquemáticos:

Os diagramas esquemáticos podem ser representados, basicamente, de duas maneiras: multifilar ou unifilar. A forma de representação multifilar mostra todos os condutores enquanto que a unifilar mostra apenas uma fase. Em um primeiro momento pode parecer que a forma multifilar é mais clara, porém, na medida em que o técnico se familiariza com os esquemas o diagrama unifilar se torna bem mais prático. A figura seguinte mostra essas duas formas de representação.

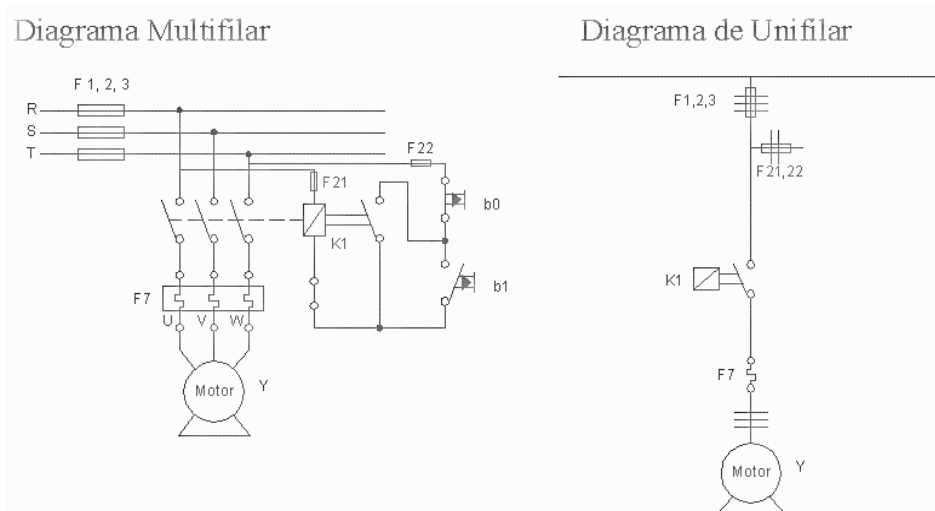


Fig. 5.5: Diagrama multifilar e diagrama unifilar

Veja que o diagrama multifilar mostra todas as conexões enquanto que o unifilar mostra apenas o circuito de força. Nos diagramas unifilares o circuito de comando é mostrado à parte.

De um modo geral a simbologia utilizada em diagramas esquemáticos de painéis elétricos é a seguinte (mas isso não é regra geral):

**DENOMINAÇÃO**

**APARELHOS**

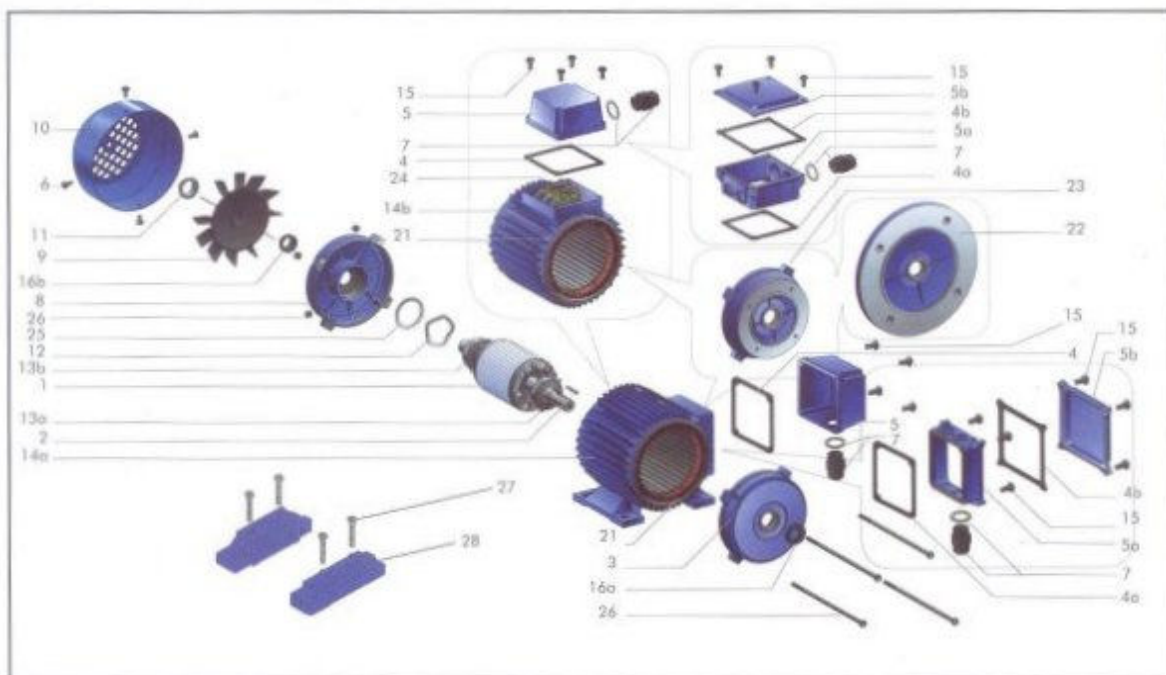
b0	Botão de comando - desliga
b1	Botão de comando - liga
b2 – b22	Botão de comando - esquerda-direita
K1 – K2 - K3 - K4 - K5	Contator principal
d1 – d2 - d3	Contator auxiliar-relé de tempo relê aux.
F1 – F2 - F3	Fusível principal
F7 – F8 - F9	Relé bimetálico
F21 - F22	Fusível para comando
h1	Armação de sinalização - liga
h2	Armação de sinalização direita-esquerda
M1	Motor, trafo - principal
M2	Auto - trafo
R S T	Circuito de medição-corrente alternada

## 6. MOTORES ELÉTRICOS

Na parte de painéis elétricos, os motores têm um papel de destaque. É praticamente impossível projetar um painel que não tenha pelo menos um motor elétrico envolvido, por isso é importante saber como eles devem ser ligados.

Existem vários tipos de motores elétricos (Ver apostila de Processos Eletroeletrônicos em [www.cca.ind.br](http://www.cca.ind.br)), mas os que realmente interessam na prática são os motores de indução.

Os motores de indução são um tipo de motor constituídos de um estator (parte fixa) e um rotor (parte móvel). A principal característica destes motores é o fato de que o rotor não é alimentado, ou seja, não há ligação física entre o estator e o rotor. A força proporcionada pelo rotor é obtida do estator através de indução magnética. Essa característica faz com ele seja um motor relativamente barato, robusto e confiável. Os motores de indução mais comuns são os monofásicos e os trifásicos. Notar que os chamados bifásicos, são, na verdade, monofásicos. A figura 6.1 mostra a constituição típica de um motor elétrico de indução.



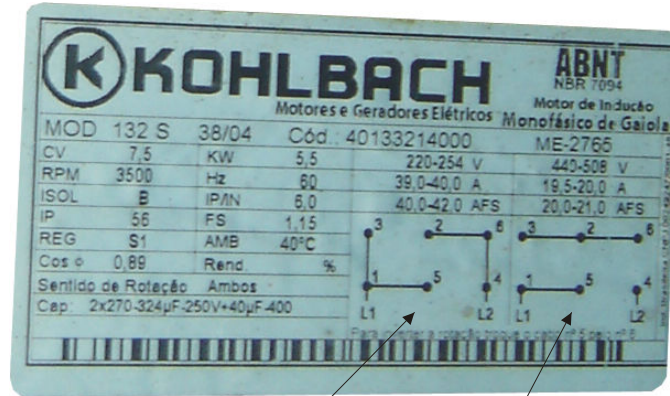
Legenda:

- |                                |                                   |
|--------------------------------|-----------------------------------|
| 1 - Rotor                      | 2 - Chaveta                       |
| 3 - Tampa B3                   | 4 - Junta da caixa IP55           |
| 4a - Junta da caixa IP65       | 4b - Junta da caixa IP65          |
| 5 - Tampa da caixa IP55        | 5a - Caixa IP65                   |
| 5b - Tampa da caixa IP65       | 6 - Parafusos do capôt            |
| 7 - Bucin                      | 8 - Tampa traseira do motor       |
| 9 - Ventilador de refrigeração | 10 - Capôt do ventilador          |
| 11 - Abraçadeira do ventilador | 12 - Anilha de mola               |
| 13a - Rolamento                | 13b - Rolamento                   |
| 14a - Carcaça B3               | 14b - Carcaça B5                  |
| 15 - Parafusos da caixa        | 16a - Retentor                    |
| 16b - Retentor                 | 21 - Bobinagem do estator         |
| 22 - Tampa B5                  | 23 - Tampa B14                    |
| 24 - Placa de bornes           | 25 - Anilha de afinação           |
| 26 - Parafusos longos          | 27 - Parafusos das patas do motor |
| 28 - Patas do motor            |                                   |

Fig. 6.1: Constituição típica de um motor elétrico de indução

### 6.1. Motores monofásicos:

São motores de baixa potência, utilizados em aplicações mais simples. Esses motores podem sempre ser ligados em duas tensões diferentes, de acordo com o modo como a ligação é feita. A ligação dos motores monofásicos é idêntica a dos bifásicos, por isso tudo o que se comentar a respeito dos motores monofásicos vale também para os motores bifásicos.



LIGAÇÃO EM TENSÃO MENOR (220V/254V)

LIGAÇÃO EM TENSÃO MAIOR (440V/508V)

Fig. 6.2: Plaqueta típica de um motor monofásico

**a) Funcionamento e ligação:**

A partida é dada por meio de um enrolamento auxiliar ao qual é ligado um capacitor em série, que provoca um defasamento da corrente, fazendo o motor funcionar como bifásico. Um dispositivo centrífugo desliga o enrolamento auxiliar após o motor ter atingido certa velocidade. A inversão do sentido de rotação do motor monofásico ocorre quando as ligações do enrolamento auxiliar são invertidas, trocando o terminal número 6 pelo número 5, conforme esquema.

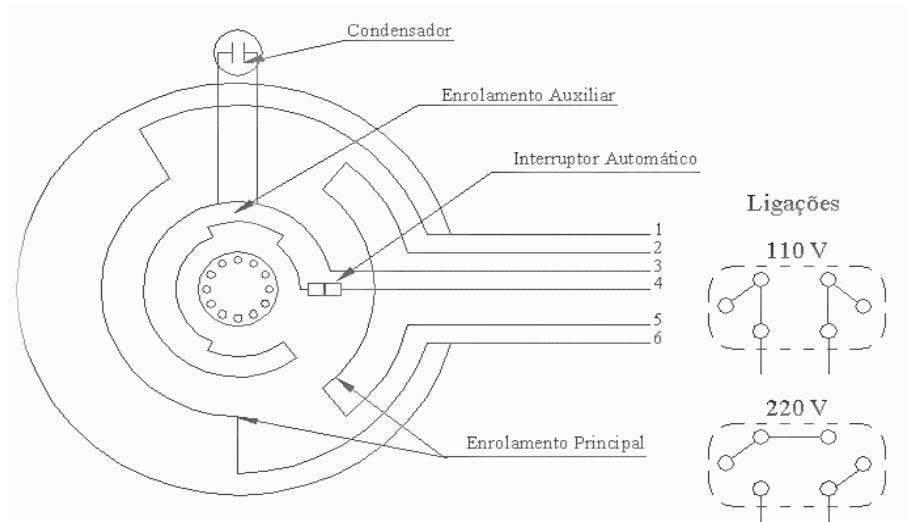
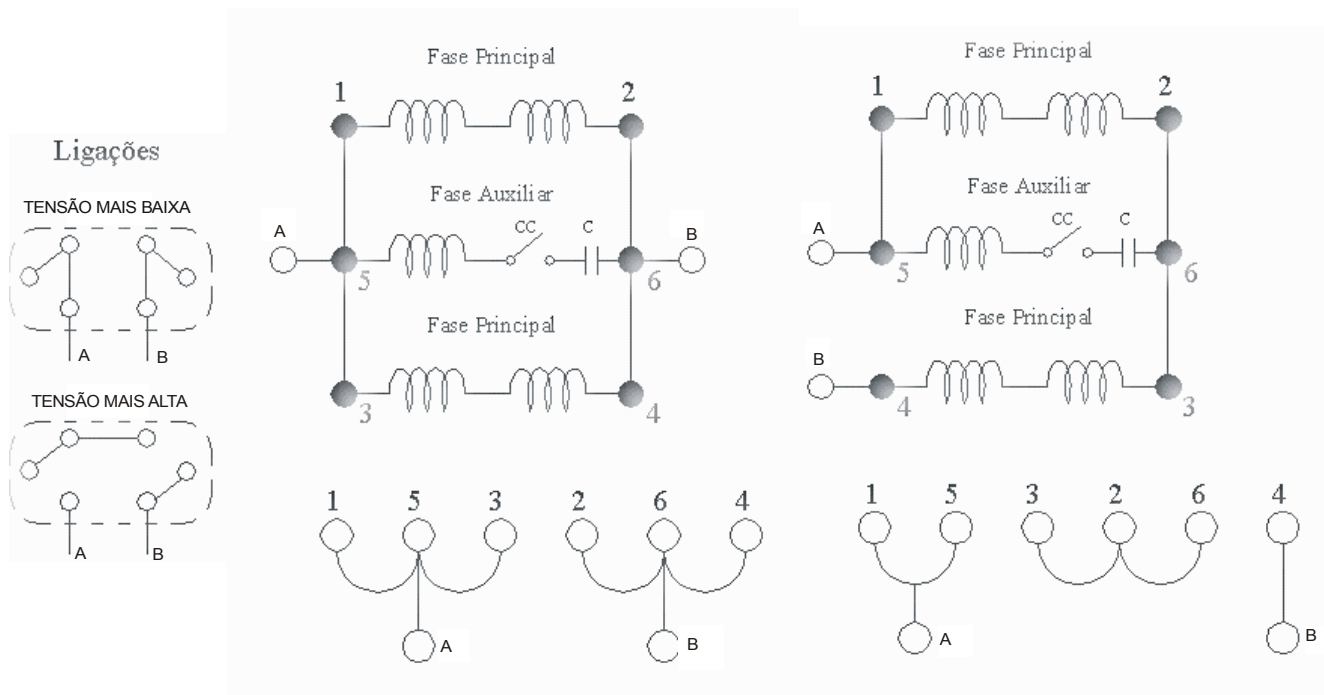


Fig. 6.3: Enrolamentos do motor monofásico

Os motores monofásicos, assim como muitos trifásicos, possuem 6 pontas de fios disponíveis para o instalador, numeradas de 1 a 6. Com isso é possível ligar o motor em duas tensões, 110V ou 220V, 220V ou 440V e 254V ou 508V, etc. Um motor 110V ou 220V só pode ser ligado em uma dessas duas tensões. O mesmo vale para os motores com os outros dois pares de tensões.

A figura 6.4 mostra a ligação do motor monofásico em 110V ou 220V. O mesmo esquema pode ser utilizado para ligação 220V e 440V ou em 254V e 508V. No caso da ligação em 220V é possível também a ligação fase-neutro sem nenhum problema.



Plaqueta

ligação em tensão menor

ligação em tensão maior

Fig. 6.4: Ligação dos motores monofásicos

A tabela 6.1 dá a idéia de como devem ser feitas as ligações para diversas tensões de plaqueta do motor e várias tensões de redes elétricas.

Tab. 6.1: Formas de ligação dos motores monofásicos

Tensão de plaqueta	Tensão da rede elétrica	A	B	Ligação em tensão
110/220V	110V fase-neutro	Fase	Neutro	Menor
110/220V	110V fase-fase	Fase	Fase	Menor
110/220V	220V fase-neutro	Fase	Neutro	Maior
110/220V	220V fase-fase	Fase	Fase	Maior
110/220V	220/380V	Fase	Neutro	Maior
220/440V	220V fase-neutro	Fase	Neutro	Menor
220/440V	220V fase-fase	Fase	Fase	Menor
220/440V	220/380V	Fase	Neutro	Menor
220/440V	440V fase-fase	Fase	Fase	Maior

**b) Esquema de ligação:**

A figura 6.5 mostra o diagrama de ligação de um motor monofásico. Observe que são utilizados somente 2 pólos do contator K1. Nesta situação deve-se tomar cuidado com o relé térmico, pois este relé é,

geralmente, para motores trifásicos. Se um dos contatos bimetálicos do relé térmico não for alimentado o relé não irá armar já que ele estará interpretando que está faltando uma das fases. Neste caso dois pólos devem ser ligados em série para que a mesma corrente elétrica passe por ambos. Veja como isso é feito:

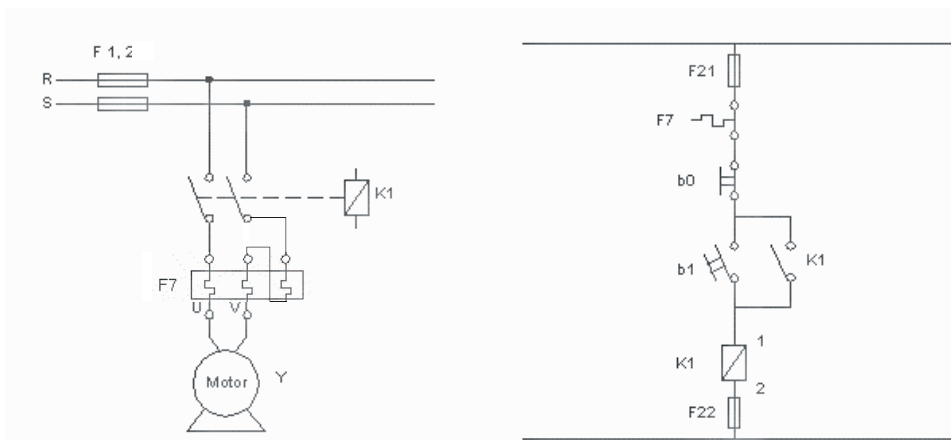


Fig. 6.5: Diagrama de ligação de um motor monofásico

Algumas observações sobre a figura:

- Os fusíveis podem todos ser substituídos por disjuntores;
- Caso uma dos cabos de ligação do motor for o neutro aterrado, este não deverá ser seccionado por fusível ou disjuntor.
- O contato K1 (NA) serve como retenção após a botoeira b1 ser pressionada e solta. Ele também é um contato de segurança porque, em caso de uma rápida falta de energia, o contator desliga, o contato K1 abre e após a volta da energia será necessário iniciar todo o procedimento de ligação do motor novamente através de b1;
- Observe a atuação do relé térmico. Suponha que ele atuou por sobrecarga. Então o contato F7 mostrado no diagrama de comando abre e é cortada a alimentação da bobina K1. Isso faz com que K1 abra e o sistema todo é desligado. Note que mesmo que a sobrecarga desapareça logo após a atuação do relé térmico o motor somente poderá ser religado através da botoeira b1, exatamente como determinam as normas de segurança.
- Para efetuar o desligamento manual do motor utiliza-se a botoeira b0 com o seu contato NF.
- Aqui estão os componentes envolvidos neste esquema:



Contator K1



Relé térmico F7



Botões b0 e b1



Disjuntor F1, 2



Disjuntor F21, 22

Fig. 6.6: Materiais envolvidos na ligação de motores monofásicos

### c) Inversão da rotação de motores monofásicos:

Inverter a rotação de um motor monofásico não é exatamente a operação mais fácil. Ela exige uma série de alterações nas ligações o que faz com que ela se torne muito mais complicada do que a inversão da rotação de um motor trifásico. Também é importante notar que o modo de inverter a rotação dos motores



monofásicos é diferente se o motor for ligado em tensão maior ou em tensão menor. Em seguida a explanação para cada situação.

### Inversão da rotação de motores monofásicos ligados em tensão maior:

Para a rotação em um sentido deve-se curto circuitar os terminais 2-3-5, sair com a fase (ou o neutro) no terminal 4 e curto circuitar os terminais 1-6 e daí sair com o neutro (ou a fase). Para o outro sentido de rotação deve-se curto circuitar 2-3-6, sair com a fase (ou o neutro) no terminal 4 e curto circuitar os terminais 1-5 e daí sair com o neutro (ou fase). Na verdade o que precisa ser feita é uma troca entre os terminais 5 e 6. Essa troca é conseguida com os contatores utilizados no esquema de inversão. A entrada do condutor fase e neutro pode ser livremente invertida. Caso o motor utilize duas fases, evidentemente o neutro não será utilizado e na entrada neutro tem-se a outra fase.

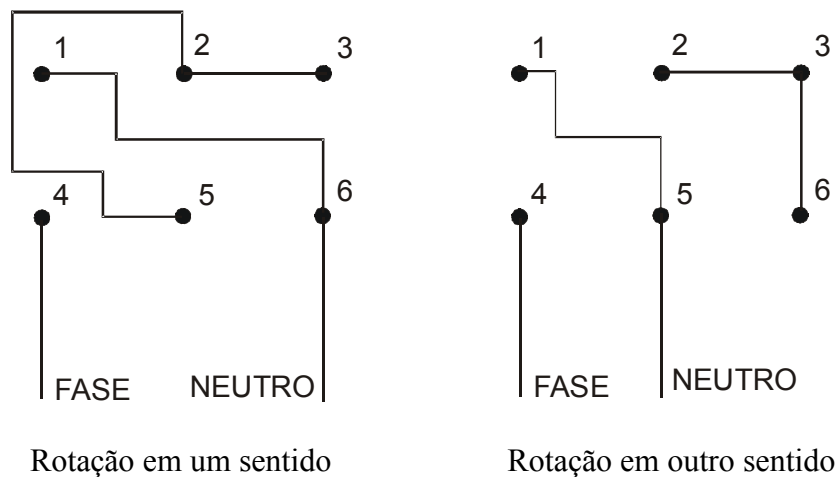


Fig. 6.7: Ligação dos terminais para inversão de rotação de motores monofásicos em tensão maior

Em seguida apresenta-se um projeto completo para inversão da rotação de um motor monofásico em tensão maior.

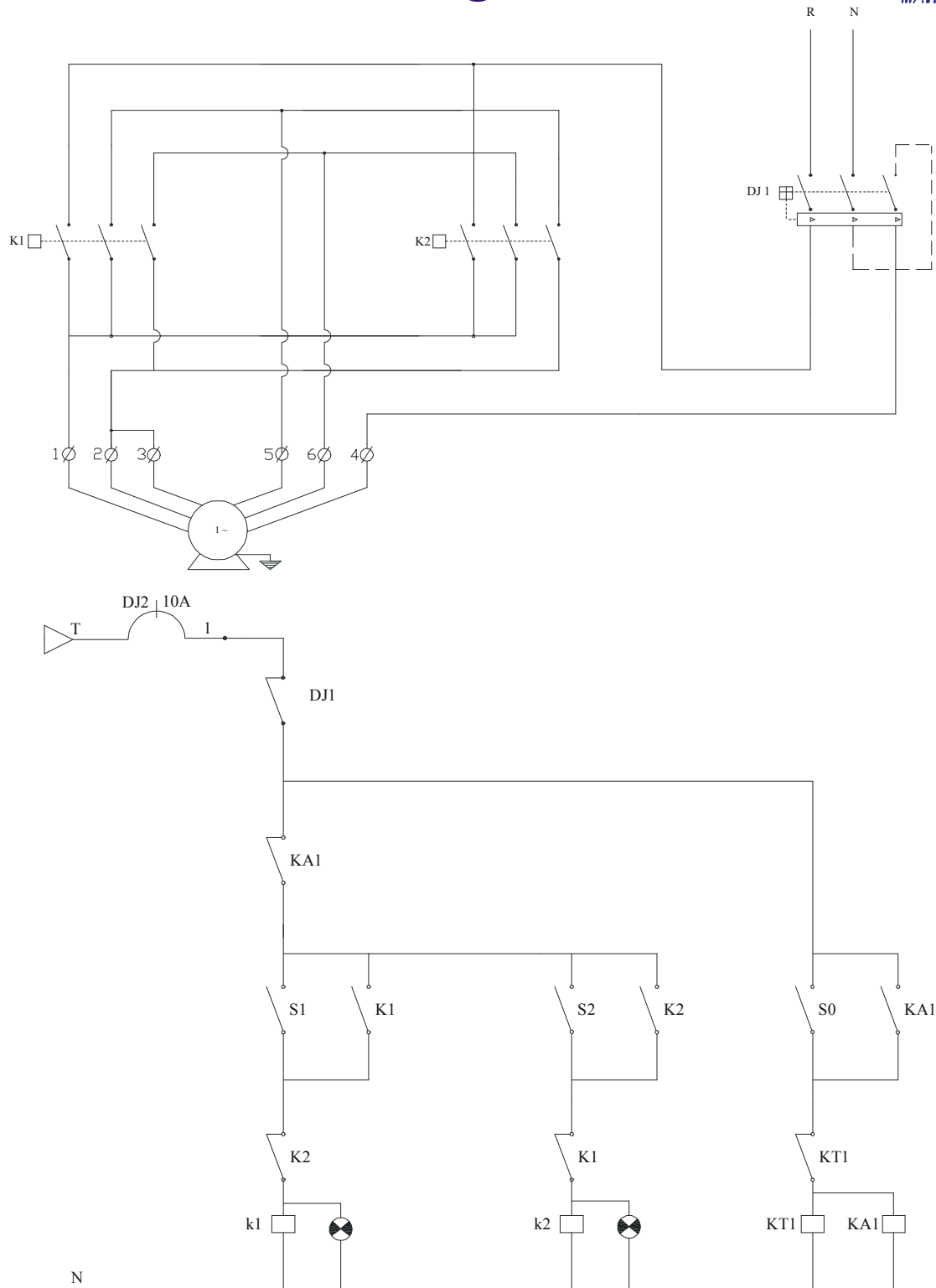


Fig. 6.8: Esquema de ligação completo para inversão de rotação de um motor monofásico ligado em tensão maior

Tab. 6.2: Legenda do esquema de ligação de um motor monofásico em tensão maior

CÓDIGO	DESCRIÇÃO
KA1	CONTATOR AUXILIAR
KT1	RELE DE TEMPO
K1	CONTATOR
K2	CONTATOR
S0	BOTÃO DESLIGA
S1	BOTÃO LIGA ESQUERDA
S2	BOTÃO LIGA DIREITA
DJ2	DISJUNTOR COMANDO
DJ1	DISJUNTOR MOTOR

### **Considerações a respeito do circuito de inversão de rotação apresentado:**

Observe como foi feita a ligação do disjuntor D1. Como na maioria dos casos os disjuntores caixa moldada são tripolares e a ligação do motor monofásico utiliza somente uma fase e um neutro ou duas fases, foi feito um esquema de modo a manter na mesma temperatura os 3 pólos do disjuntor. Uma das fases ou o neutro passa por dois pólos. Isso garante um funcionamento mais equilibrado do disjuntor.

No caso dos motores monofásicos, uma questão que deve ser levada em conta na inversão de rotação é o platinado que liga e desliga o enrolamento auxiliar. A rotação só pode ser invertida quando o platinado retorna a sua posição original, que é a de manter o enrolamento auxiliar ligado. Isto significa que quando for feita uma inversão de rotação é necessário aguardar um certo tempo até que a rotação do motor caia a um nível que faça com que o platinado volte ao seu estado inicial. É por isso que no circuito apresentado é utilizado um temporizador KT1. Note também o intertravamento entre os contadores: Se k1 for ligado o contato K1 deste contator abre, impedindo a ligação de k2 e vice-versa.

O acionamento começa com a ligação da chave S0. Observe o que acontece quando esta chave é pressionada o temporizador KT1 começa a contar o tempo setado. Enquanto ele está contando, KA1 liga e abre o contato KA1 em série com todo o sistema de alimentação do circuito de comando. Isso faz com que durante o tempo em que o temporizador está contando o tempo setado não seja possível acionar nenhum contator de força do sistema. Quando o tempo setado se esgota, o temporizador aciona o seu contato NF em série com ele mesmo produzindo uma rápida abertura do circuito. Este pulso abre todo o circuito do contator auxiliar KA1, fechando o contato NF de KA1 em série com o circuito de comando. Agora é possível selecionar a rotação do motor, acionando S1 ou S2. Suponha que foi pressionada S1. Então o motor partiu em um determinado sentido de rotação. Suponha que após algum tempo seja necessário inverter a rotação. É necessário, primeiro parar o motor pressionando S0. Veja que, enquanto o tempo setado em KT1 não tiver se esgotado, não será possível pressionar S2 porque o contato NF de KA1 em série com o circuito de comando impede essa ação. Esse tempo setado em KT1 é o tempo necessário para que o platinado feche.

### **Inversão da rotação de motores monofásicos ligados em tensão menor:**

Se o motor monofásico for ligado em tensão menor, a inversão da rotação é mais complicada e exige mais material. Sempre que possível evitar utilizar o motor monofásico nesta condição, porém, se não houver possibilidade de evitar a situação, o circuito seguinte pode ser utilizado para inverter a rotação. A questão básica da inversão da rotação nestas condições é trocar os terminais 5-6. Em um sentido de rotação ligam-se os terminais 3-4-5 e 1-2-6, no outro sentido ficam ligados 3-4-6 e 1-2-5. Para isso são necessários 4

contatores, como mostrado no circuito de força. Também aqui deve ser considerado um certo tempo para fechar o platinado que controla o enrolamento auxiliar. Esse tempo é o setado em KT1.

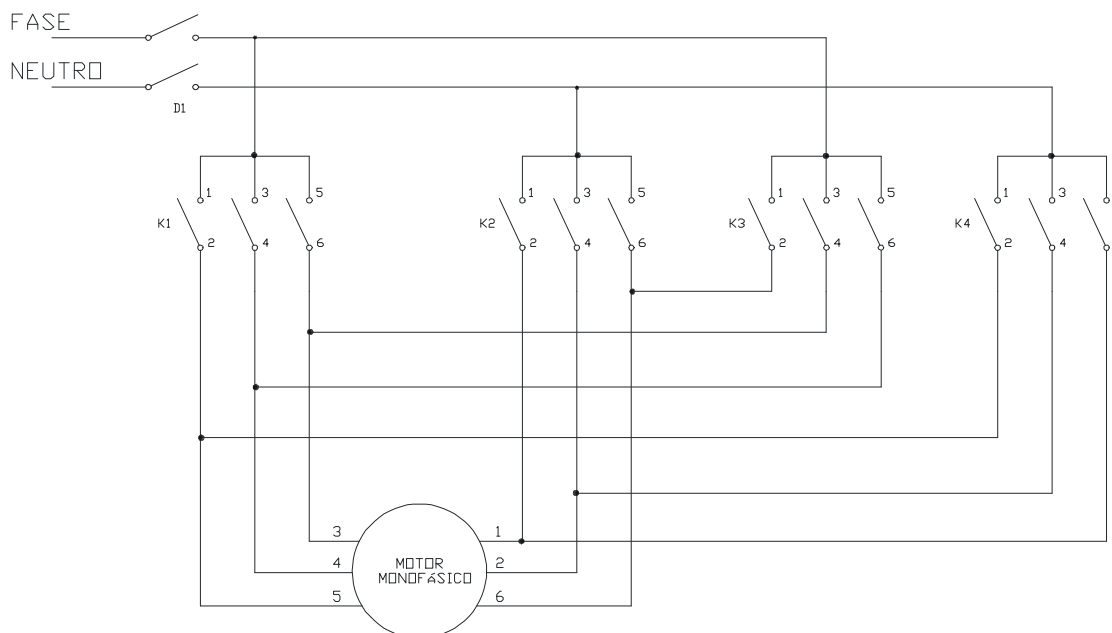


Fig. 6.9: Esquema de força para inversão de rotação em um motor monofásico ligado em tensão menor

O diagrama de comando pode ser visto na figura 6.10. O sistema parte após o pressionamento de B1 ou de B2, onde fica definida a rotação do motor. Se B1 for pressionado, K1 e K2 ligam e o motor parte com a rotação em um sentido. Se agora for necessário alterar o sentido da rotação é preciso primeiro realizar a temporização, para isto deve-se pressionar B0. B0 liga o contator auxiliar KA1 e o temporizador KT1. Com KA1 ligado, o contato NF de KA1 em série com a alimentação dos 4 contadores principais abre e desliga tudo. Enquanto isso o temporizador KT1 atinge o tempo setado. Quando isso ocorre KT1 e KA1 desligam, devido ao contato NF ligado em série com eles. Esse é o sistema de retardo para que a inversão da rotação ocorra somente após o platinado ter se fechado. Agora, após esse processo, é possível pressionar B2, ligando K3 e K4 e fazendo com que o motor parta com outro sentido de rotação. Observe os intertravamentos de segurança: Se K1 e K2 estiverem ligados, K3 e K4 ficam impedidos de ligar. O mesmo ocorre se K3 e K4 estiverem ligados: K1 e K2 não ligam. A atuação de qualquer um dos dois relés térmicos faz com que todo o sistema volte ao estado inicial.



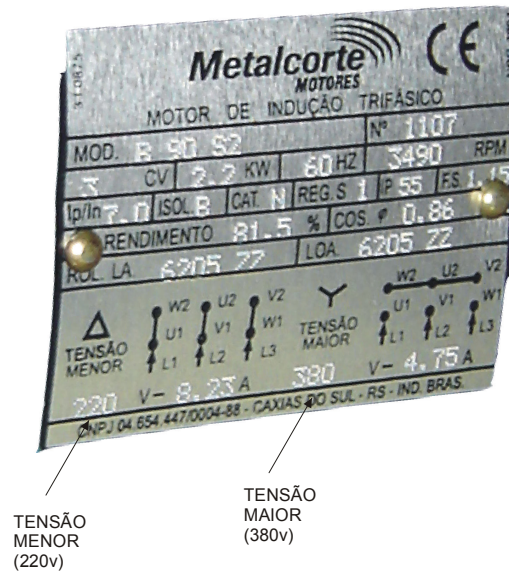


Fig. 6.11: Plaqueta típica de um motor trifásico

**b) Esquema de ligação:**

O diagrama básico de ligação de um motor trifásico é mostrado na figura 9.12, onde U, V e W são os três fios que saem do motor. Esses três fios podem representar uma ligação em tensão menor ou em tensão maior, de acordo com a maneira como as seis pontas de fios que saem diretamente dos enrolamentos do motor foram conectadas.

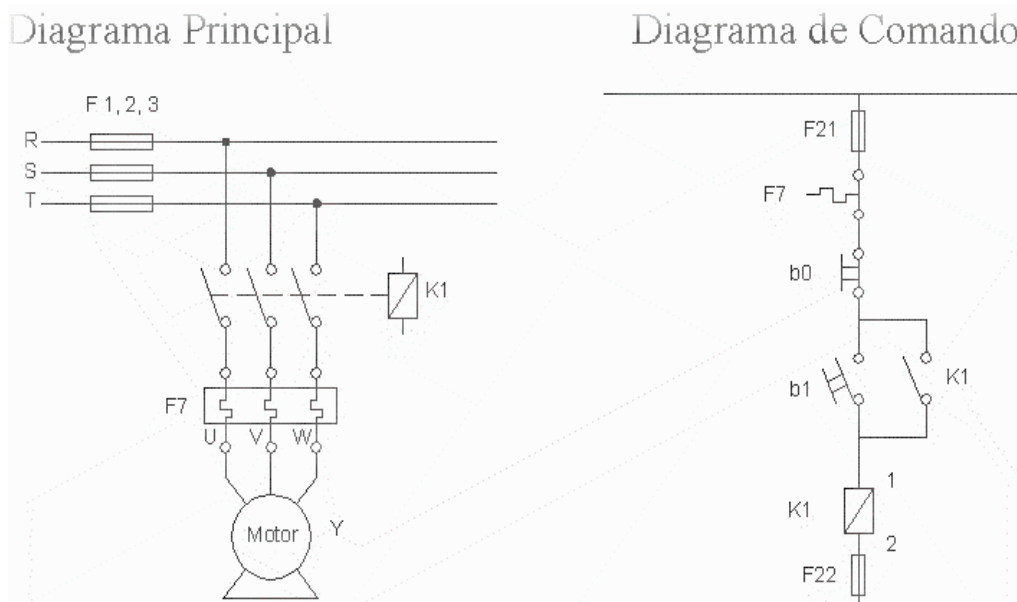


Fig. 6.12: Esquema de ligação de um motor trifásico

Os materiais envolvidos na ligação deste motor são os mesmos mostrados para o motor monofásico.

**7. CIRCUITOS PRÁTICOS DE UTILIZAÇÃO DE MOTORES TRIFÁSICOS**

Os motores elétricos trifásicos são e longe os mais utilizados na indústria. Ao longo do tempo foram desenvolvidos vários circuitos, praticamente padronizados para acionamento desses motores e também outros circuitos para aplicações específicas. Este capítulo tem como objetivo mostrar os principais circuitos aplicativos de motores trifásicos.

### 7.1. Chave de partida direta:

Esta chave é apropriada para motores de baixa potência e baixa inércia inicial de carga. Geralmente usa-se chave de partida direta para motores até 10HP, porém é possível utilizá-la para motores maiores, de acordo com o tipo de carga que está sendo acionado. Existem também condições especiais em que um motor de 10HP ou menos não pode ser acionado por chave de partida direta.

Esta chave funciona da seguinte maneira (depois de feita a ligação da rede elétrica no motor):

- Pressiona-se o botão LIGA e o contator é alimentado;
- O contator fecha e atrai o contato C;
- Quando o botão é solto, o contator permanece energizado via contato C (contato de selo);
- Para desligar há um botão que pressiona o botão desliga do relé térmico;
- Em caso de falta de energia, o contator abre e o contato C abre junto, de modo que quando a energia volta a chave não liga o motor até que alguém pressione novamente o botão LIGA;
- Em caso de sobrecarga, o relé térmico abre os contatos 95-96 e isso corta a energia do contator, que abre o contato C. E o processo se torna igual ao caso de falta de energia.

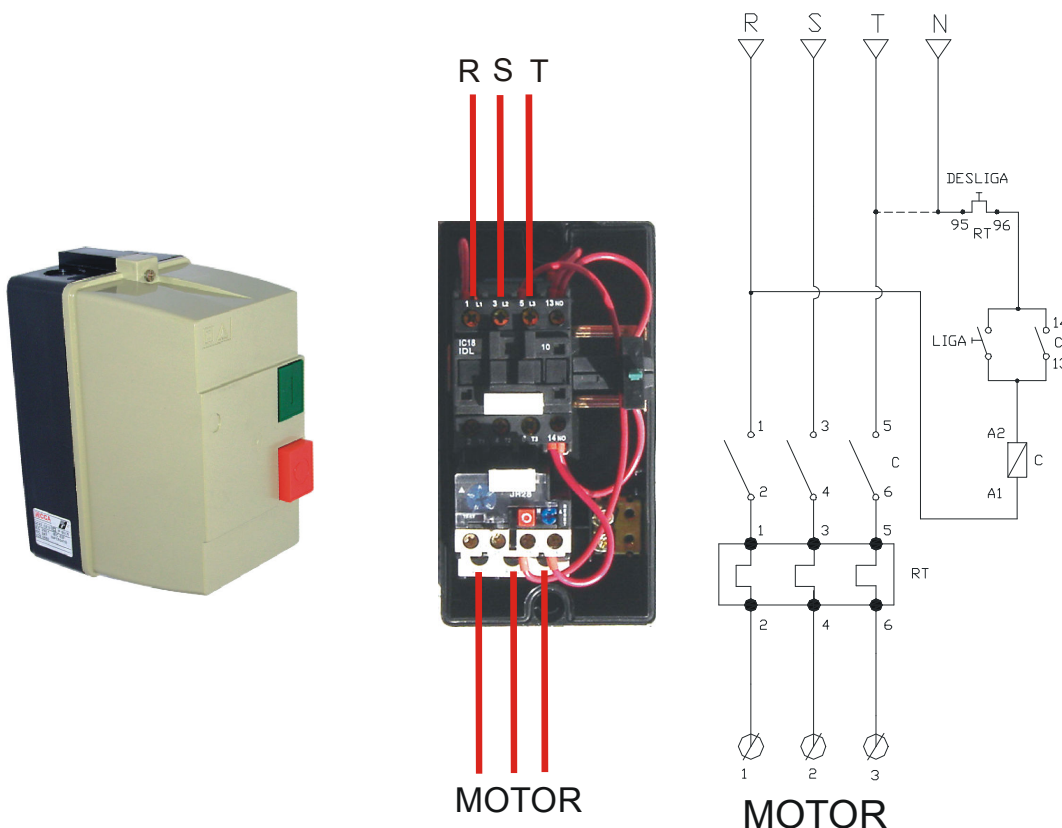
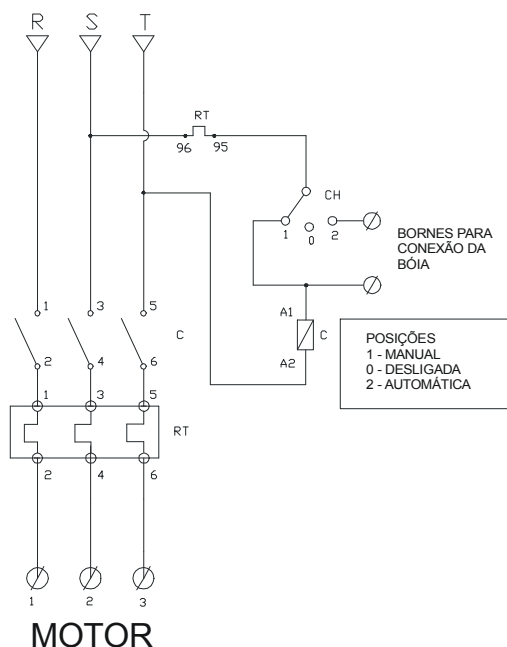


Fig. 7.1: Aspecto visual, montagem e esquema da chave de partida direta CCA

Nota: o neutro só é necessário se a bobina do contator estiver na tensão de fase. Se ela estiver na tensão de linha o neutro não é necessário.

## 7.2. Partida direta com terminais para instalação de bóia:

Um produto muito utilizado é a chamada chave bóia. Essa chave é, na verdade, uma partida direta com chave seletora de duas posições para permitir a seleção entre acionamento manual e acionamento automático via bóia. O circuito é simples e muito fácil de ser feito. Veja em seguida o circuito e a imagem de como ficou essa chave após pronta:



MOTOR TRIFÁSICO <HP>		CONTATOR	RELE	AJUSTE DO
220V	380V		TÉRMICO	RELE (A)
	0,33	IC12	JR28-1305	0,63-1,0
0,33	0,50	IC12	JR28-1306	1,0-1,6
0,50	0,75/1,0	IC12	JR28-1307	1,6-2,5
0,75/1,0	1,5/2,0	IC12	JR28-1308	2,5-4,0
1,5	3,0	IC12	JR28-1310	4,0-6,0
2,0	4,0	IC12	JR28-1312	5,5-8,0
2,0/3,0	5,0/6,0	IC12	JR28-1314	7,0-10
3,0/4,0	6,0/7,5	IC18	JR28-1316	9,0-13
5,0/6,0	7,5/10	IC18	JR28-1321	12-18
7,5	12,5/15	IC25	JR28-1322	17-25
10	15/20	IC32	JR28-2353	23-32
12,5/15	20/25	IC40	JR28-2355	30-40

Fig. 7.2: Diagrama esquemático para ligação de motor trifásico com terminais para bóia

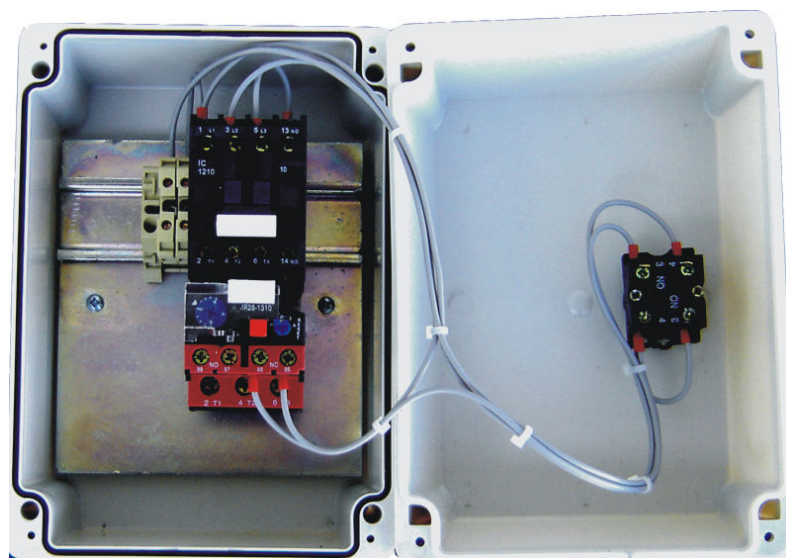


Fig. 7.3: Montagem prática da chave bóia

Uma lista de materiais para um dos modelos é apresentada abaixo:

Tab. 7.1: Lista de materiais para montagem da chave bóia





CLIENTE:  
EQUIPAMENTO: PDBC100 - CHAVE BOMBA 5HP/380V - 3HP/220V  
OBRA:

LEVANTAMENTO DE MATERIAIS

ITEM	DESCRIÇÃO	QUANT.	R\$ UNI.	R\$ TOTAL
	CAIXA	1		-
	CONTATOR TRIPOLAR 12 A BOBINA 380 V	1		-
	RELE TERMICO 4-6 A	1		-
	CHAVE SELETORA 3 POSIÇÕES	1		-
	TRILHO (15 cm)	1		-
	TERMINAL DUPLO TUBOLAR 1,00 mm	2		-
	FITA DE AMARAÇÃO T 18 R	15		-
	TERMINAL TUBOLAR 1,00 mm	8		-
	TERMINAL DUPLO TUBOLAR 4,00 mm	2		-
	TERMINAL TUBOLAR 4,00 m 6,00 mm	4		-
	CABO 4 MM PT 20 cm	3		-
	CABO 1,00 MM VM 15 cm	2		-
	CABO 1,00 MM VM 7 cm	2		-
	CABO 1,00 MM VM 30 cm	5		-
	PLAQUETA DE ACRILICO 50 X 20	1		-
	BORNE 4 MM	2		-
	PLACA SEPARAÇÃO	1		-
	POSTE FINAL	1		-
	ETIQUETA ALERTA	1		-
	ETIQUETA TENSÃO	1		-
	PLACA DE MONTAGEM	1		-
	PARAFUSOS FIXAÇÃO	2		-
	MAO DE OBRA MONTAGEM	1		-
				-
				-
	EMBALAGEM	1		-
<b>TOTAL GERAL R\$</b>				-

### 7.3. Partida estrela triângulo:

Esse tipo de partida é utilizado para cargas cuja inércia faça com que o motor demore em torno de 10 s para atingir a rotação nominal. Na prática ela é apropriada para motores desde 10HP até em torno de 60HP.

A partida Y-D (estrela triângulo) consiste em aplicar, durante a partida, na bobina do motor uma tensão menor do que a nominal. Isto faz com que o motor parta com potência menor e com isso obtém-se

uma redução na corrente de partida. Quando o motor atinge uma rotação adequada, em torno de 90% da rotação nominal, muda-se a tensão aplicada no motor para a nominal. Isso é conseguido através da mudança na ligação das bobinas. Essa comutação entre Y e D pode ser feita de modo manual ou automático. A mudança manual não é recomendada pelo fato do operador não saber o momento exato em que a comutação de vê ser feita. Observe que para conseguir realizar a partida Y-D é necessário que o motor tenha sempre uma tensão menor igual a tensão de linha (medida entre duas fases) da rede em que ele será instalado e uma outra tensão maior igual a 1,73 vezes a tensão menor do motor. O neutro não é necessário nas chaves Y-D. Ele somente pode ser utilizado para alimentação das bobinas dos contatores, caso elas não sejam na tensão de linha da rede.

Exemplo: Se a tensão da rede elétrica for 220/380V (220V = tensão de fase e 380V = tensão de linha) então a plaqueta do motor deverá especificar as seguintes tensões, 380/660V. Caso a rede seja 127/220V, a tensão de plaqueta do motor deverá ser 220/380V.

Na figura 7.4 um esquema completo desta chave.

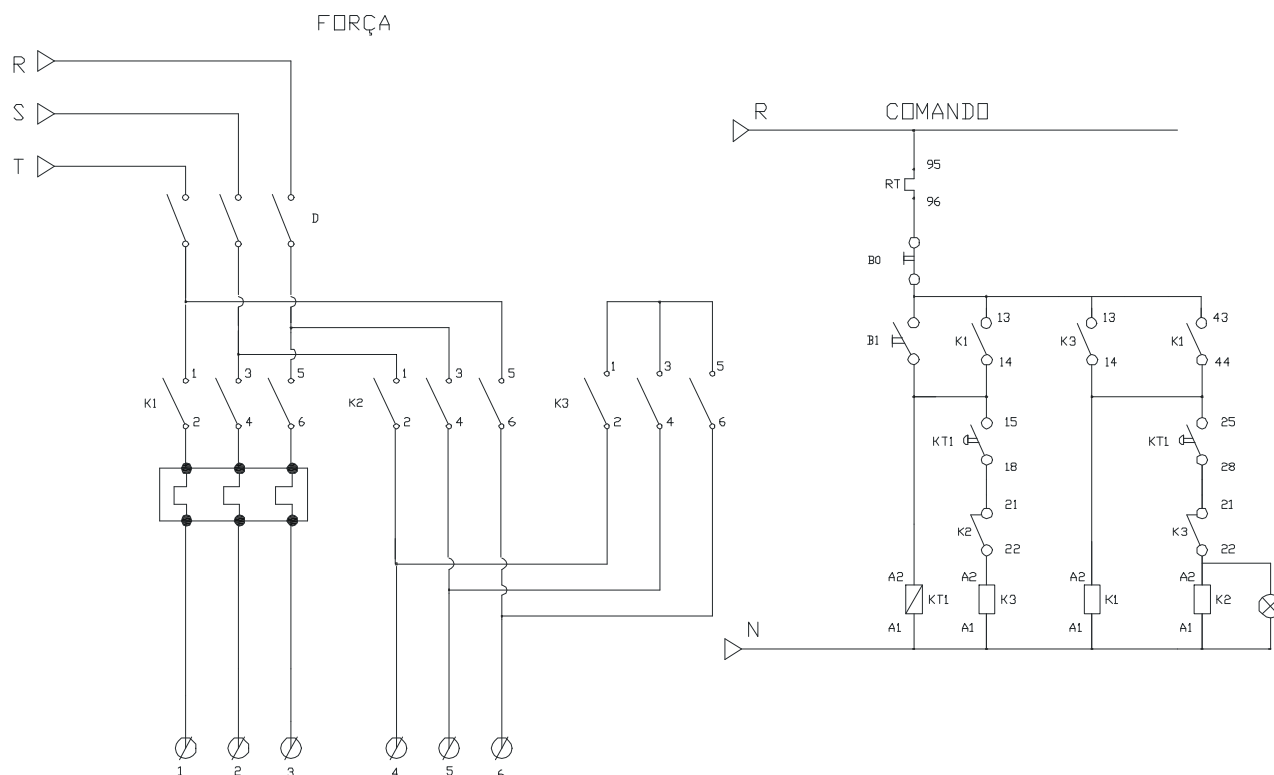


Fig. 7.4: Esquema de força e de comando para partida estrela triângulo em motor trifásico

Antes de passar à explicação deste circuito é preciso entender como funciona o relé estrela triângulo. Veja na figura 7.5 o diagrama de temporização deste relé.

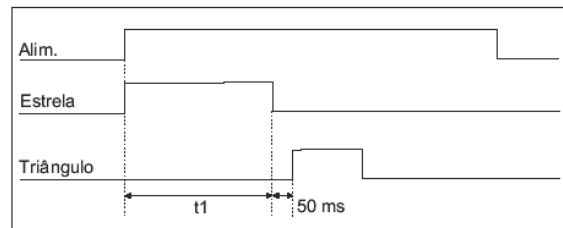
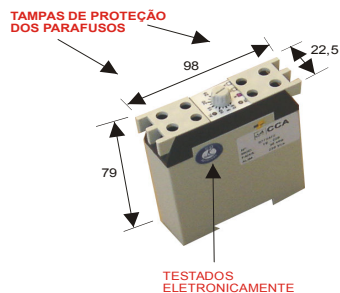


Fig. 7.5: Aspecto visual e temporização do relé estrela triângulo

Este relé possui dois contatos de saída: o estrela (15-18) e o triângulo (25-28). Ao ser alimentado o relé inicia imediatamente a contagem do tempo em que o motor fica ligado em estrela. Este tempo é setado no próprio relé e, geralmente, varia de 1s até 30s. Após decorrido este tempo há um breve intervalo de tempo de 50ms em que as saídas estão ambas desligadas. Este tempo serve para desconectar o contator que faz a parte estrela da chave. Isso evita a possibilidade de ocorrer um curto circuito entre dois contatores. Passado este tempo entra o contato para o modo triângulo e a chave comuta para triângulo e assim permanece até que o motor seja desligado.

#### Explicação do funcionamento do chave do esquema da figura:

O processo inicia com o pressionamento da botoeira B1 e a conseqüente ligação do temporizador estrela triângulo KT1. A energização de KT1 liga K3, note que o contato 15-18 de KT1, ligado em série com K3, faz com que K3 ligue assim que o temporizador KT1 for ligado. Quando K3 liga é fechado o contato 13-14 de K3 ligado em série com K1 e K1 liga. Assim tem-se K1 e K3 ligados, formando a ligação estrela. Após decorrido o tempo setado em KT1 ocorre o tempo de 50ms. Durante este tempo o contator K3 é desligado ficando ligado o contator K1, através do seu contato NA (43-44) ligado em série com a sua própria alimentação. O motor agora está desligado porém está girando porque ficou um tempo ligado em estrela. Em seguida fecha o contato 25-28 de KT1 e liga o contator K2. Com K1 e K2 ligados tem-se a ligação em triângulo. E assim a chave permanece enquanto ela não for desligada através do botão B0. Se, durante a operação, o ocorrer uma sobrecarga o contato 95-96 do relé térmico RT abre e a chave é desligada como se tivesse sido pressionado o botão B0. Observe os intertravamentos de segurança entre K2 e K3. Esses dois contatores nunca podem estar ligados ao mesmo tempo, pois isso provocaria um curto circuito, então, em série com K2, é colocado um contato NF (21-22) de K3 e em série com K3 é colocado um contato NF (21-22) de K2.


Materiais envolvidos na montagem da chave estrela triângulo automática:



Fig. 7.6: Material envolvido na montagem da chave de partida estrela triângulo

A título de exemplo é apresentada a seguir uma lista de matérias para uma chave estrela triângulo para um motor de 30HP/380V.

Tab. 7.2: Lista de material para montagem da chave de partida estrela triângulo

				
CLIENTE:				
EQUIPAMENTO:		PAINEL ESTRELA TRIANGULO 30 CV/380V		
OBRA:				
LEVANTAMENTO DE MATERIAIS				
ITEM	DESCRIÇÃO	QUANT.	R\$ UNI.	R\$ TOTAL
1	CAIXA 281814	1		
2	DISJUNTOR TRIPOLAR 50 A	1		
3	DISJUNTOR MONOPOLAR 5 A	1		
4	CONTATOR TRIPOLAR 18A BOBINA 380 V	1		
5	CONTATOR TRIPOLAR 32 A BOBINA 380 V	2		
6	RELE TEMPORIZADOR Y-D 30 SEG	1		
7	RELE TERMICO 17-25 A	1		
8	BOTAO DUPLO	1		
9	BLOCO DE CONTATO AUX PARA CONTATOR 1 NA + 1 NF	2		
10	TRILHO	0.5		
11	TERMINAL TUBOLAR 1,00 mm	50		
12	TERMINAL DUPLO TUBOLAR 1,00 mm	20		
13	REBITE	80		
14	FITA DE AMARAÇÃO T 50 R	20		
15	FITA DE AMARAÇÃO T 18 R	50		
16	TERMINAL TUBOLAR 10,00 MM	21		
17	TERMINAL TUBOLAR 6,00 MM	28		
18	CABO FLEXIVEL 10 MM PRETO	6		
19	CABO FLEXIVEL 1,00 MM VERMELHO	7		
20	PLAQUETA DE ACRILICO 50 X 20	1		
21	MAO DE OBRA MONTAGEM	10		
22	BORNE 10 MM	10		
23	PLACA SEPARAÇÃO	10		
24	POSTE FINAL	2		
25	EMBALAGEM	1		
			TOTAL GERAL R\$	

A figura 7.7 mostra a chave pronta.

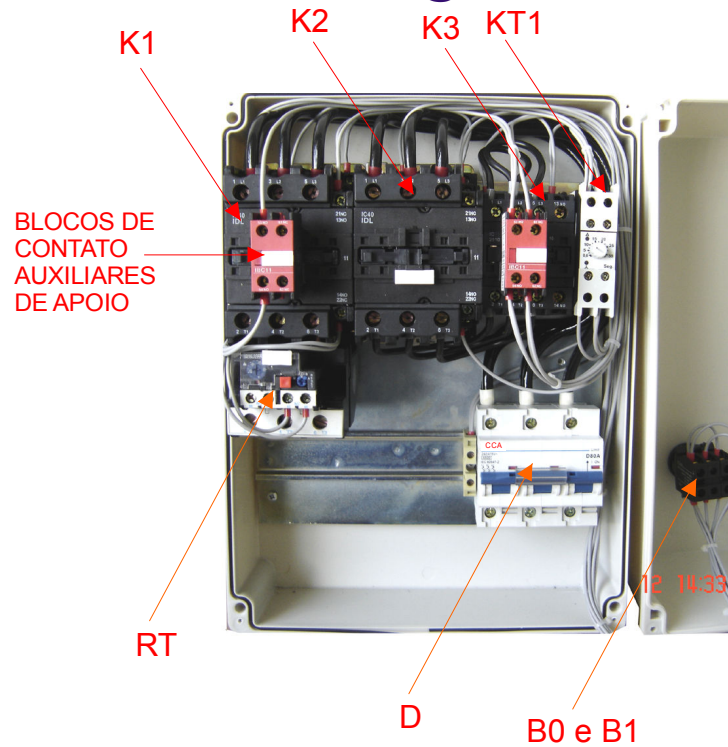


Fig. 7.7: Aspecto visual da chave estrela triângulo montada

#### 7.4. Inversão de rotação de motores trifásicos:

Nos motores trifásicos, para inverter a rotação basta inverter uma das fases. Assim fica bastante simples fazer essa operação. O esquema seguinte é de uma chave reversora trifásica:

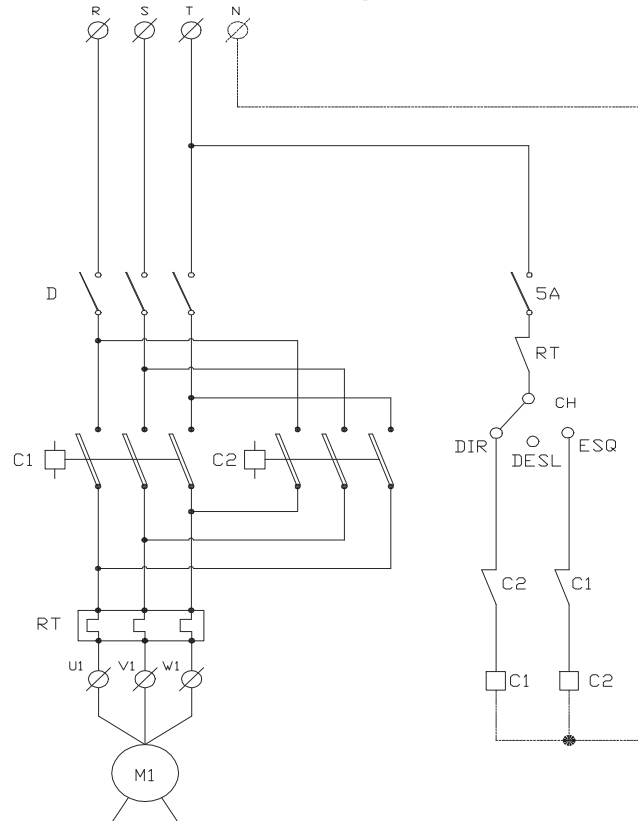


Fig. 7.8: Esquema de força e de comando para chave inversora de rotação com chave seletora

Observe o esquema da figura 7.8 e veja que se C1 estiver acionado, as fases RST chegam ao motor de uma maneira, se C2 estiver acionada as fases RST chegam ao motor com uma fase invertida em relação à situação anterior. A seleção é feita pela chave seletora 2 posições fixas CH. Na posição central o motor está desligado. Girando a chave para um dos lados o motor parte para a direita e girando para o outro lado o motor parte para a esquerda. O disjuntor de 5A no circuito de comando serve para proteger o comando. O disjuntor D protege o motor e seu valor vai depender da corrente nominal do motor. Note os intertravamentos: no circuito de C1 há um contato NF de C2 e no circuito de C2 há um contato NF de C1, com isso é impossível ligar os dois contatores ao mesmo tempo. A proteção contra sobrecarga é feita pelo relé térmico RT. Em caso de sobrecarga o relé térmico RT abre. Aqui deve-se observar uma nota muito importante: o relé térmico utilizado, se acionado não deve mais voltar a ligar sem intervenção do operador. Os relés térmicos da família JR18 da CCA possuem esse recurso (ver informativo referente a este assunto na área de downloads do site [www.cca.ind.br](http://www.cca.ind.br)), porém pode haver no mercado modelos que não permitem essa situação. Se o relé térmico se auto religar após cessada a sobrecarga, o motor parte direto sem intervenção do operador, o que representa um grave perigo. Jamais se deve permitir que uma máquina elétrica possa se auto ligar após a ocorrência de alguma anormalidade.

Material envolvido na montagem da chave reversora



Fig. 7.9: Material envolvido na montagem da chave reversora com chave seletora

Caso o relé térmico não possua a posição de permanência aberto após acionamento é necessário fazer uma alteração no circuito a fim de evitar que o motor se auto ligue após acionamento do relé térmico.

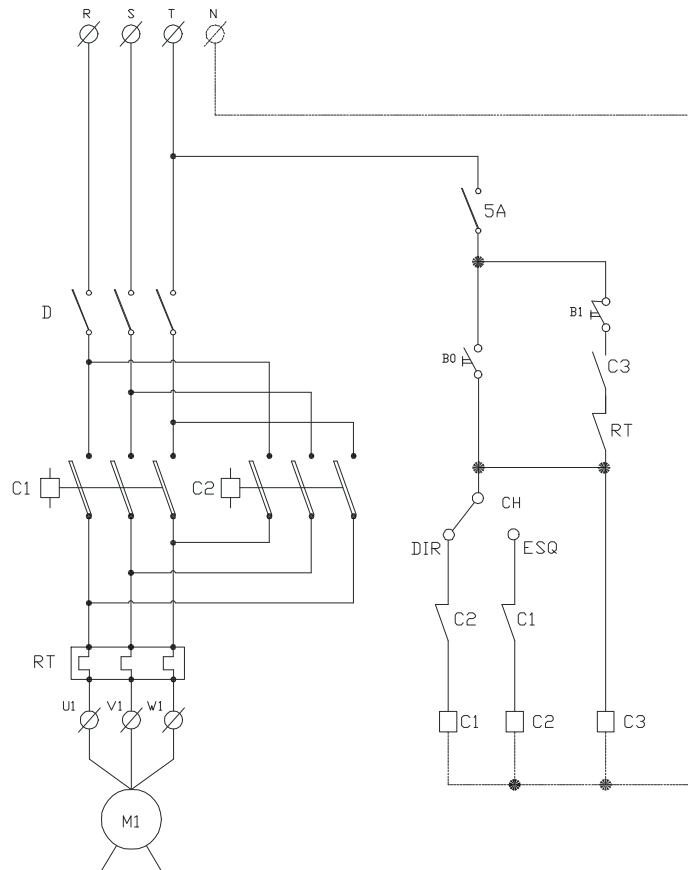


Fig. 7.10: Esquema de força e de comando para chave inversora com botões de retorno (push-button)

Este circuito é similar ao anterior, porém aqui foi introduzido um contator auxiliar C3. Observe agora que, quando o operador pressiona B0, C3 é energizado e o contato NA de C3 em série com ele mesmo fecha, de modo que quando B0 é solto, C3 mantém-se ligado via contato NA dele próprio. A seleção de sentido de rotação agora pode ser feito por uma chave seletora de 2 posições sem parada central, ou liga a esquerda ou a direita. Agora, para desligar o circuito, é necessário pressionar B1. Notar que agora, se o relé térmico atuar, ele abre o seu contato NF que corta a alimentação do contator C3 e isso desativa todo o circuito. Somente com a intervenção do operador, através de um novo pressionamento de B0, a chave pode ser religada.

Os materiais envolvidos na montagem da chave reversora com prevenção de auto partida são os mesmos mostrados para o primeiro modelo de chave e mais os botões B0 e B1. Os botões B0 e B1 podem ser qualquer um dos 3 modelos apresentados abaixo. Os de cor verde, preta e azul possuem um contato NA que quando pressionado fecha e logo após volta a posição de repouso que é posição aberta. Os de cor vermelha possuem um contato NF que quando pressionado abre e logo após volta a posição de repouso que é posição fechada.



Botão B0

Botão B1

Fig. 7.11: Botões de retorno tipo push button

Existe também a possibilidade de substituir esses dois botões por uma botoeira dupla com ou sem iluminação. A CCA possui os seguintes modelos para esta finalidade:

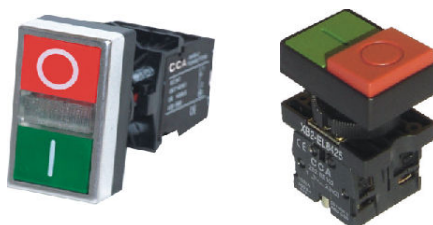


Fig. 7.12: Chaves seletoras com retorno duplas

### 7.5. Partida estrela triângulo com inversão de rotação:

Existem algumas situações em que é necessário partir um motor em estrela triângulo e, ao mesmo tempo, inverter a rotação. O esquema seguinte mostra como isso pode ser realizado. Note que K1 e K4 estão na mesma posição relativa de dois contatores com a mesma função de uma chave estrela triângulo. K2 e K3 fazem a posição relativa do terceiro contator de uma chave estrela triângulo, porém, somente um estará ligado. Se a chave for conectada com K1, K4 e K2 o motor estará girando em uma direção. Se a ligação for K1, K4 e K3 tem-se a rotação invertida em relação à situação anterior.



FORÇA

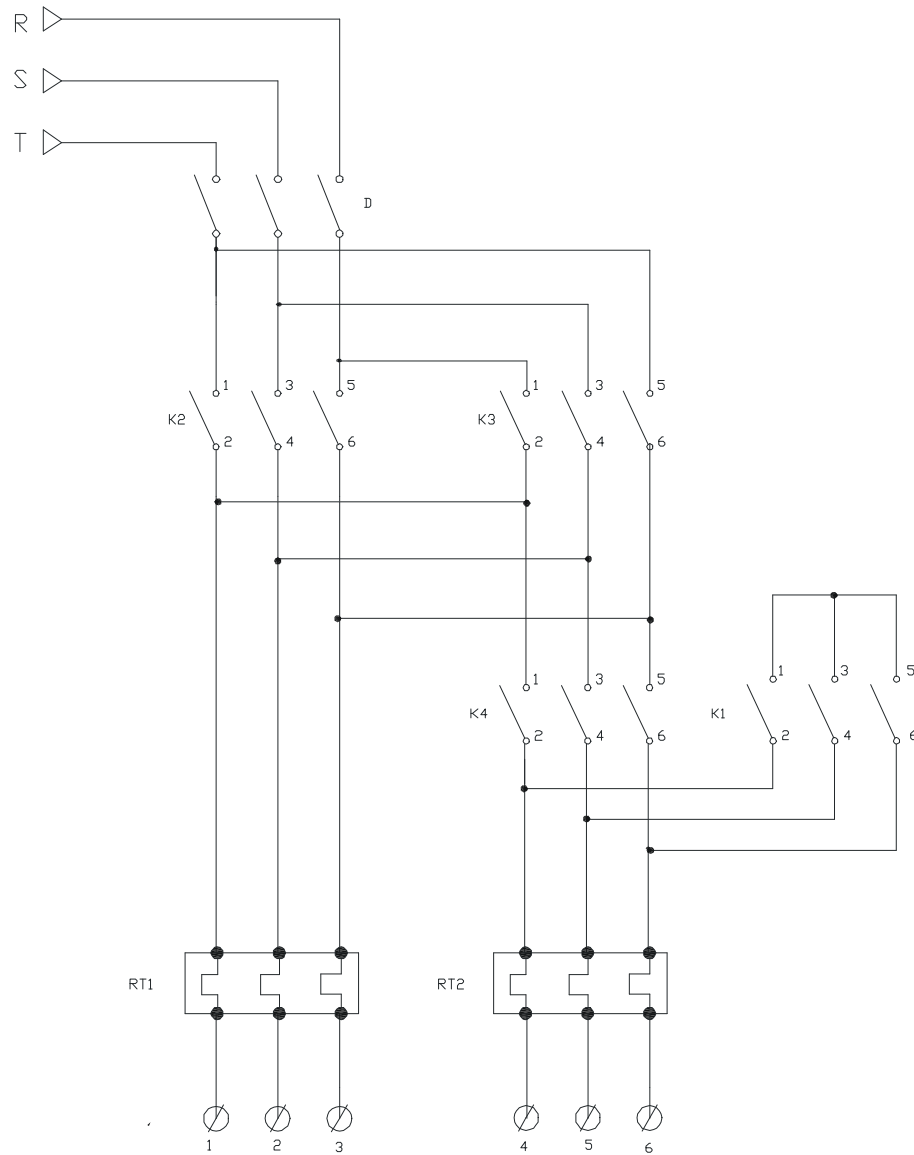


Fig. 7.13: Circuito de força da chave estrela triângulo com reversão de rotação

O disjuntor D forma a proteção geral do circuito de força. Os relés térmicos RT1 e RT2 servem de proteção geral em caso de sobrecarga.

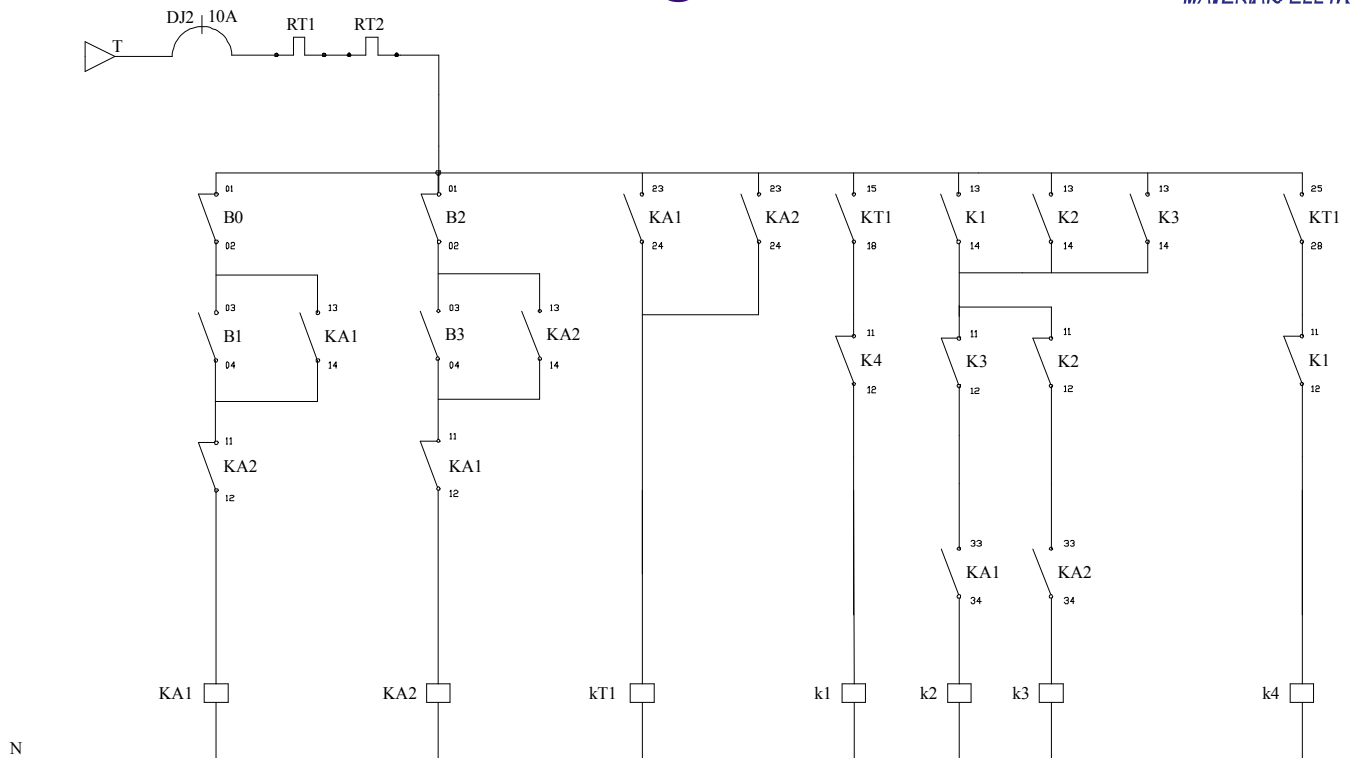


Fig. 7.14: Circuito de comando para chave estrela triângulo com reversão de rotação

O circuito de comando mostra a proteção geral feita por um disjuntor termomagnético monopolar de 10A. O processo de acionamento da chave pode ser iniciado pressionando B1 ou B3, dependendo de como o cliente deseja iniciar a rotação do motor.

Supondo que seja pressionado o botão B1, imediatamente liga o contator auxiliar KA1. Com esse contator fechado irá ocorrer o seguinte, em ordem de ocorrência ou aproximadamente em ordem visto que há ações que ocorrem simultaneamente:

- Cria-se um caminho alternativo para a energização de KA1 através do contato NA de KA1 em paralelo com B1 (contato selo);
- Impede-se o acionamento de KA2 através do contato NF de KA1 em série com a alimentação de KA2;

- O temporizador kT1 liga. Atenção : este é um temporizador estrela triângulo. O contato 15-18 é o estrela (fecha imediatamente) e o contato 25-28 é o triângulo (fecha após decorrido o tempo setado).

- O contator k1 é imediatamente ligado pelo fechamento do contato 15-18 de KT1;
- KA1 e k1 ligados ligam k2. Veja o circuito de alimentação de k2;

Nesta situação estão ligados os contadores k1 e k2. Pelo diagrama de força vê-se que essa é uma ligação em estrela com um determinado sentido de rotação.

Agora, decorrido o tempo setado em KT1 ocorre o seguinte:

- O contato 15-18 de KT1 abre e desliga k1;
- O contato 25-28 de KT1 fecha e liga k4.
- k2 continua ligado, através do seu contato NA ligado em série com ele mesmo.

Nesta situação estão ligados os contadores k4 e k2. Pelo diagrama de força vê-se que essa é uma ligação em triângulo com um determinado sentido de rotação.

Agora pode-se repetir todo o procedimento descrito, porém começando com o pressionamento da chave B3. Note que agora o contator auxiliar ligado é o KA2. O fechamento de KA2 impede que KA1 seja acionado. Em seguida ocorre o seguinte:

- Cria-se um caminho alternativo para a energização de KA2 através do contato NA de KA2 em paralelo com B3 (contato selo);
- Impede-se o acionamento de KA2 através do contato NF de KA1 em série com a alimentação de KA2;
- O temporizador kT1 liga.
- O contator k1 é imediatamente ligado pelo fechamento do contato 15-18 de KT1;
- KA2 e k1 ligados ligam k3. Veja o circuito de alimentação de k3;

Nesta situação estão ligados os contadores k1 e k3. Pelo diagrama de força vê-se que essa é uma ligação em estrela com um sentido de rotação inverso ao sentido de rotação anterior.

Agora, decorrido o tempo setado em KT1 ocorre o seguinte:

- O contato 15-18 de KT1 abre e desliga k1;
- O contato 25-28 de KT1 fecha e liga k4.
- k3 continua ligado, através do seu contato NA ligado em série com ele mesmo.

Nesta situação estão ligados os contadores k3 e k4. Pelo diagrama de força vê-se que essa é uma ligação em triângulo com um sentido de rotação inverso ao sentido mostrado no acionamento por B2.

Note a posição dos contatos NF de RT1 e de RT2. Qualquer um dos dois que atue desliga imediatamente todo o circuito e a nova partida é somente possível com a intervenção do operador desde a primeira operação.

## **7.6. Partida compensada:**

A vantagem da partida compensada em relação a chave estrela triângulo é o fato de que com a compensadora é possível partir motores com carga. Neste tipo de partida é introduzido um autotransformador em série com o circuito principal (de força) da chave de modo que ele produza uma queda de tensão sobre o motor, isto faz com que o motor parta com uma tensão menor do que a nominal. Na medida em que o motor arranca, os taps do autotransformador vão sendo alterados de modo que no final a tensão nominal é aplicada ao motor. O esquema básico é mostrado na figura 7.15:

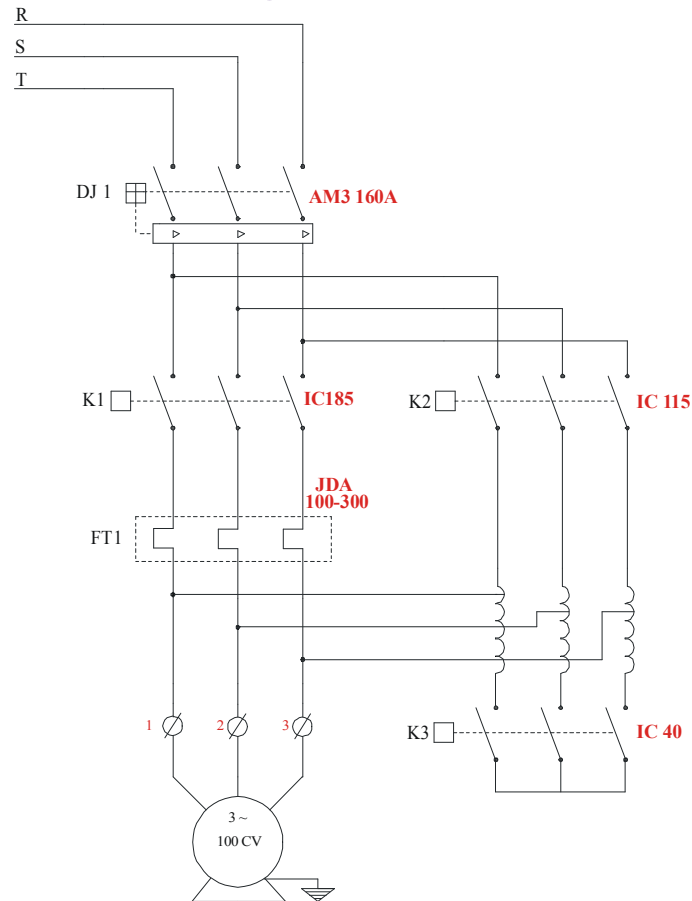
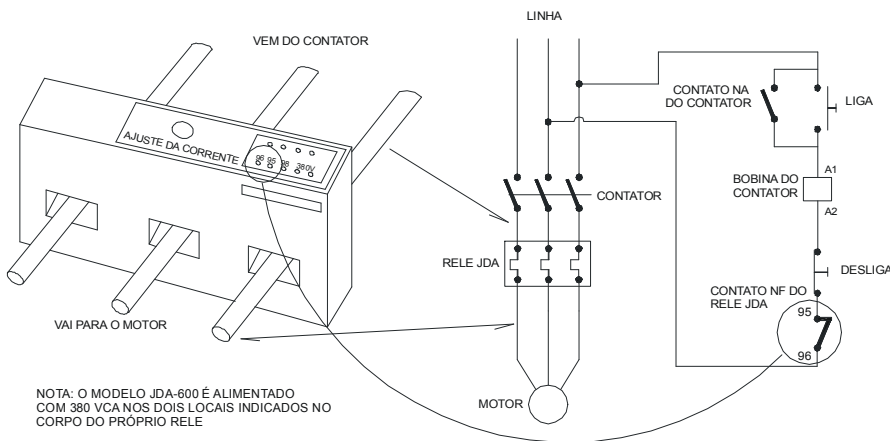


Fig. 7.15: Circuito de força da chave com partida compensada

Antes de iniciar a explicação do circuito é interessante saber o funcionamento do relé de sobrecarga eletrônico JDA-600.

Os relés de sobrecarga eletrônicos CCA são a última palavra em termos de inovação na proteção de máquinas elétricas. Além da garantia total de funcionamento proporcionada por um circuito eletrônico de alta eficiência contra sobrecarga, eles também atuam como relé falta de fase, o que evita a queima de máquinas devido a esse problema. Veja na figura 7.16 como ele funciona. Note que os cabos de força não são seccionados: eles apenas passam por dentro do relé e um transformador de corrente se encarrega de receber a informação da corrente que está passando por esses cabos.

ESQUEMA DE LIGAÇÃO PARA O RELE JDA-600



O rele JDA-600 precisa de uma alimentação para o circuito eletrônico interno. Observe no corpo do próprio rele as duas entradas de alimentação. A tensão de alimentação é de 380Vac.

Observe como deve ser feita a ligação do rele com o contator.

O contato 95-96 é NF (com o relé alimentado) e só abre em caso de ação do relé. Ocorrendo essa condição o relé abre a bobina do contator e desliga todo o circuito.

Para o correto funcionamento do sistema de falta de fase utilizar sempre as 3 fases: duas na alimentação do relé e uma no comando.

Fig. 7.16: o relé de sobrecarga eletrônico JD600

O circuito de força possui um disjuntor termomagnético de 160A que serve como proteção geral em caso de curto-circuito ou sobrecarga. Em seguida vêm-se os contadores K1 (185A) e K2 (115A). Esses contadores são de grande porte, veja na figura 7.17 o aspecto deles.



IC115-IC500

Fig. 7.17: Aspecto visual dos contadores IC115 até IC500 da CCA

O outro contator utilizado é um IC40. O modelo do IC40 é como visto na figura 7.18:



IC12-IC95

Fig. 7.18: Aspecto visual dos contadores IC12 até IC95 da CCA

O auto transformador entra no circuito como um divisor de tensão. O aspecto físico de um auto transformador pode ser visto na figura 7.19:



Fig. 7.19: Aspecto físico típico de um auto transformador de partida

O motor elétrico já parte ligado na sua tensão nominal, que pode ser em estrela ou triângulo. Visto isso parte-se para o circuito de comando desta chave:

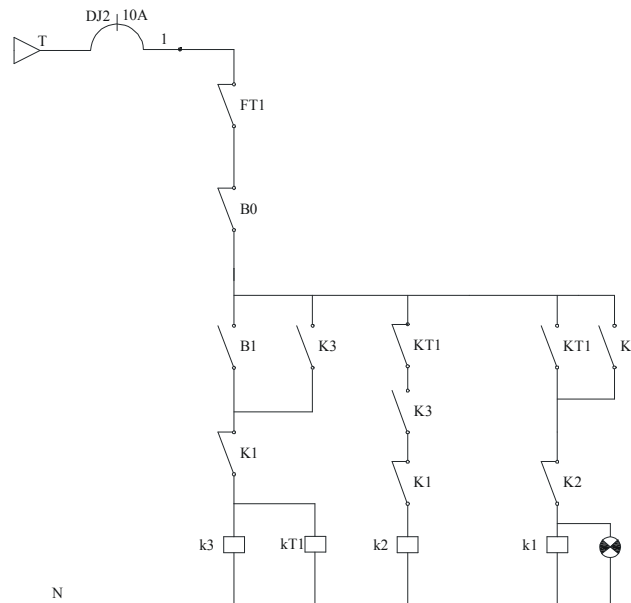


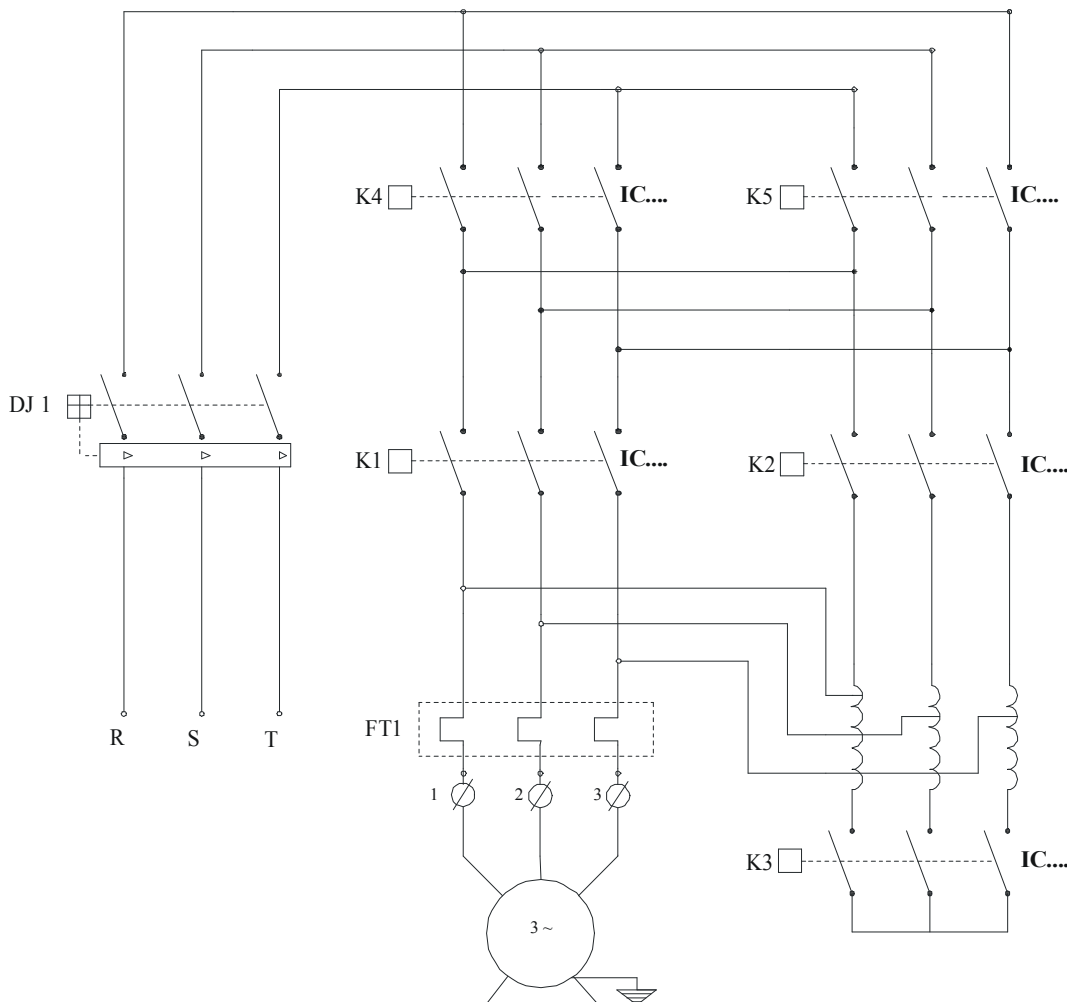
Fig. 7.20: Circuito de comando da chave de partida compensada

Aqui vê-se um disjuntor monopolar de 10A que serve como proteção geral da parte de comando da chave. O processo inicia com o acionamento do botão B1. Com B1 acionado liga o contator K3 e o temporizador KT1. Note que assim que K3 liga o contato NA do próprio K3 aciona o K2. Agora a chave está na situação em que K3 e K2 estão ligados. Agora olhe para o circuito de força e veja o que está acontecendo quando K3 e K2 estão ligados. Veja que a alimentação do motor é retirada do enrolamento do auto transformador, ou seja, a tensão que está chegando ao motor não é a tensão total, mas sim uma tensão determinada pelo divisor feito com o auto transformador. A relação de tensão utilizada, geralmente é de 65% da nominal. Na partida, esse procedimento reduz a potência e também a corrente. Agora voltando ao circuito de comando, veja o que ocorre quando o tempo setado no temporizador KT1 é atingido. O contato NF de kT1, ligado em série com a alimentação de K2 abre, e esse contator é desligado. Quando K2 é desligado o seu contato NF ligado em série com a alimentação de K1 volta ao seu estado de repouso (fechado) e K1 é ligado através do fechamento do contato NA de KT1 e do fechamento do contato NF de K2. Um caminho alternativo de alimentação passando pelo contato NA (agora fechado) de K1 é feito de modo a manter a alimentação de KT1. No momento em que K1 liga, K3 desliga (veja o contato NF de K1

ligado em série com a alimentação de K3). Agora somente K1 está ligado. Voltando ao diagrama de força vê-se como se apresenta a nova situação. Com K1 ligado a tensão total da rede é aplicada ao motor e agora a potência desenvolvida por ele é a nominal. O circuito é desligado a qualquer momento pelo pressionamento de B0 ou por atuação do relé térmico FT1. Observe que sempre que o circuito é desligado pelo relé de sobrecarga ele não volta mais a funcionar mesmo que a condição de sobrecarga tenha sido eliminado. O retorno só acontece se o operador iniciar o processo de partida novamente.

### 7.7. Partida compensada com reversão de rotação

Em algumas situações é necessário realizar uma partida compensada e com reversão de rotação. Não é muito comum isso ocorrer, mas é sempre interessante saber que isso é possível de ser realizado. Em seguida é apresentado um circuito para realizar este tipo de partida. A lógica desse circuito é muito simples: faz-se uma partida compensada normal e depois acrescenta-se os contatores necessários para fazer a inversão de uma das fases e assim conseguir a reversão da rotação. Note que K1, K2 e K3 fazem uma partida compensada igual a que foi vista no item 7.6 deste capítulo. K4 e K5 realizam a inversão da fase.



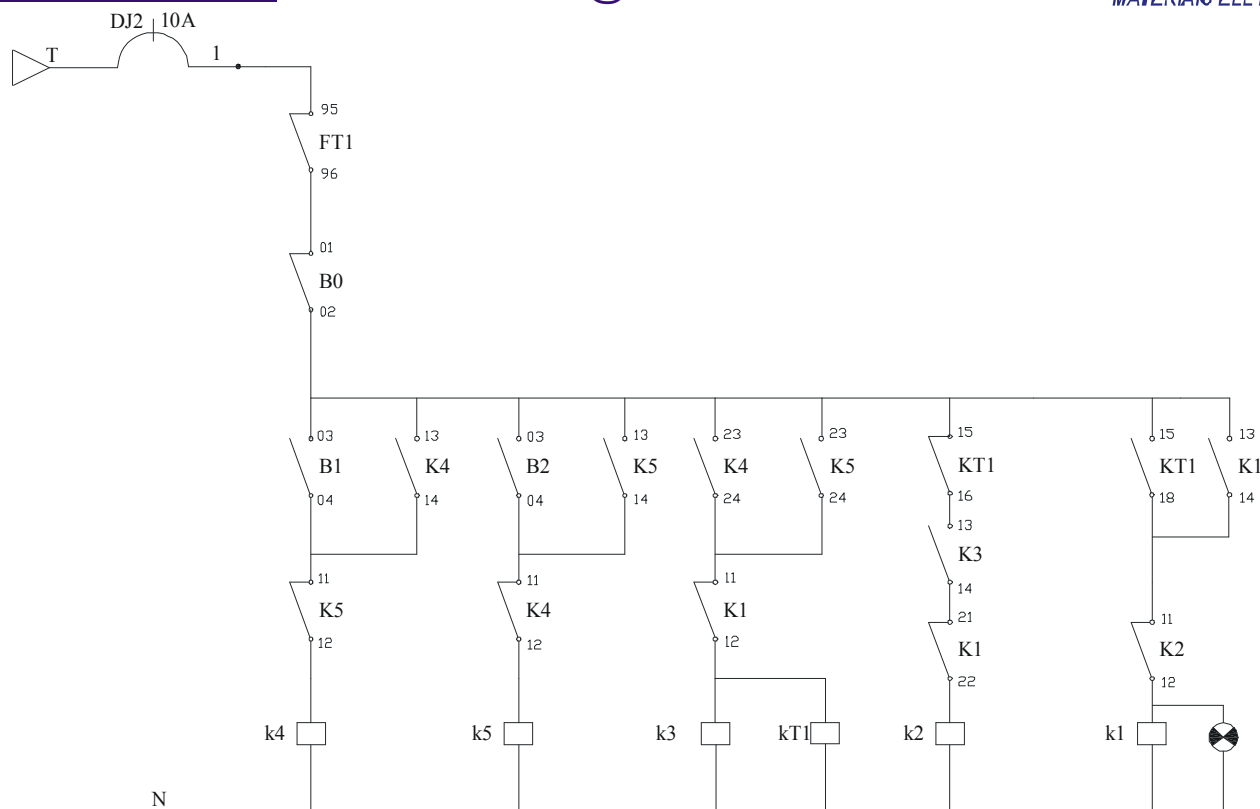


Fig. 7.21: Circuito de força e de comando da chave compensadora com reversão de rotação

O processo pode ser iniciado pressionando-se B1 ou B2, dependendo do sentido da rotação inicial que se deseja. Supondo que se inicie por B1:

- Pressionando B1, liga k4 que se mantém ligado através do seu contato NA em paralelo com B1 (contato selo);
- Fechando K4, aciona-se k3 e o temporizador kT1 que inicia uma contagem de tempo;
- Fechando k3, k2 também é acionado. Note que o acionamento de k2 impede que k1 possa ligar-se;
- Na situação atual tem-se k4, k2 e k3 acionados. Pelo diagrama de força vê-se que isso é o primeiro estágio da chave compensadora em um dos sentidos de rotação;
- Quando o tempo setado em kT1 é atingido, o contato NF de kT1 abre e desliga k2. O contato NA de kT1 fecha, ligando k1;
- O fechamento de k1 abre K3: note o contato NF de K1 em série com a alimentação de k3;
- Na atual situação estão ligados k4 e k1. Pelo diagrama de força vê-se que com esses dois contatores ligados o motor está recebendo a tensão nominal e o motor está em potência máxima no sentido de rotação escolhido no início.

Agora todo o processo pode ser repetido se for pressionado B2. Observe que tudo acontece da mesma maneira com exceção do contator k4 que é trocado pelo k5, invertendo uma fase e conseqüentemente a rotação do motor. Fica a cargo do leitor fazer esta análise.

### 7.8. Partida automática para duas velocidades (Dahlander):

A velocidade dos motores de indução é definida pela fórmula:

$$\text{RPM} = (120 \times f)/p,$$



onde  $f$  é a frequência da rede elétrica e  $p$  é o número de pólos do motor.

Um motor de 4 pólos na rede de 60 Hz, por exemplo, deveria ter 1800 RPM, porém, na prática, ele sempre terá uma rotação um pouco menor do que essa, 1750 RPM ou próximo a esse valor. Essa diferença entre o cálculo teórico da rotação e a rotação prática do motor se chama escorregamento e acontece porque o rotor não consegue acompanhar a velocidade de campo magnético do estator.

Olhando a fórmula da velocidade, percebe-se que há somente duas maneiras de alterar a rotação de um motor de indução: alterando a frequência da rede ou alterando o número de pólos do motor. Para alterar a frequência da rede é necessário um inversor de frequência. O número de pólos é praticamente fixo e depende da construção física do motor, porém, há um tipo de motor conhecido como motor Dahlander em que o número de pólos pode ser alterado.

No motor Dahlander pode-se trabalhar com dois diferentes grupos de pólos, por exemplo, pode-se trocar de 2 para 4 pólos, de 4 para 8 pólos, etc. Com isso pode-se ter duas rotações distintas.

Para quem tem familiaridade com enrolamento de motores, a figura 7.22 mostra como é feita essa comutação de pólos. Na situação superior o motor trabalha com dois pólos, portanto, na rede de 60Hz possui uma rotação aproximada de 3600 RPM. Na segunda situação o motor trabalha com 4 pólos e, na rede de 60 Hz, possui uma rotação aproximada de 1800 RPM. Veja no desenho da plaqueta mostrada no mesmo desenho, para cada situação, como ele deve ser ligado.

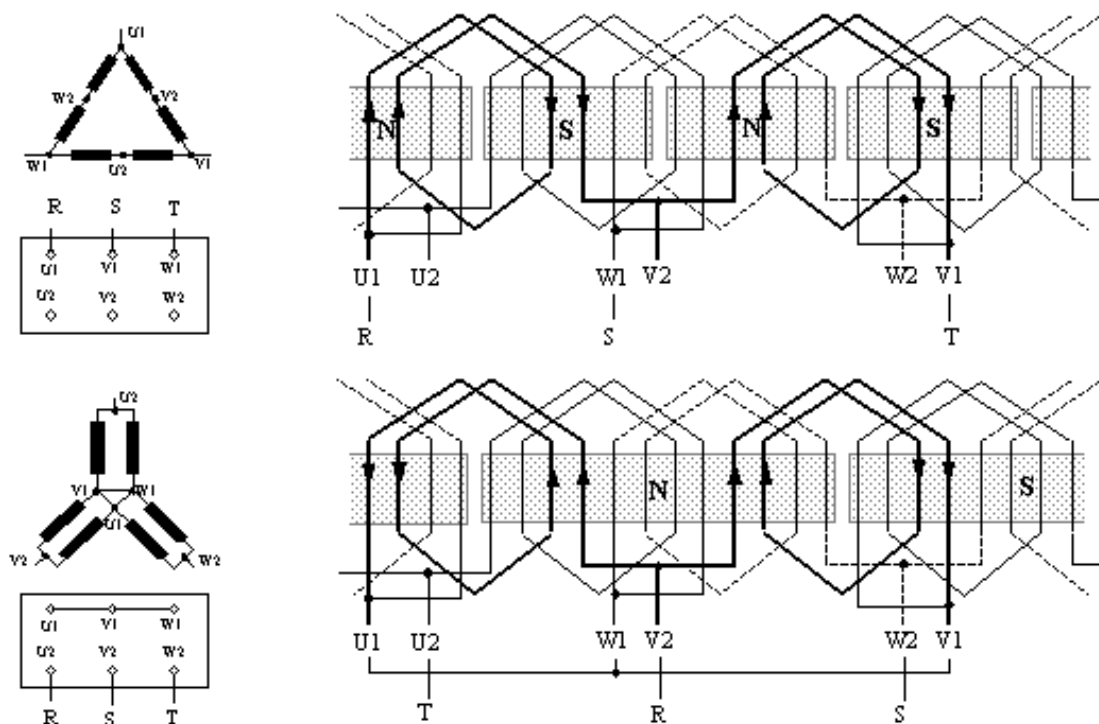


Fig. 7.22: Enrolamento interno do motor Dahlander

Na figura 7.23 é apresentado um esquema para fazer essa mudança na rotação de um motor tipo Dahlander.

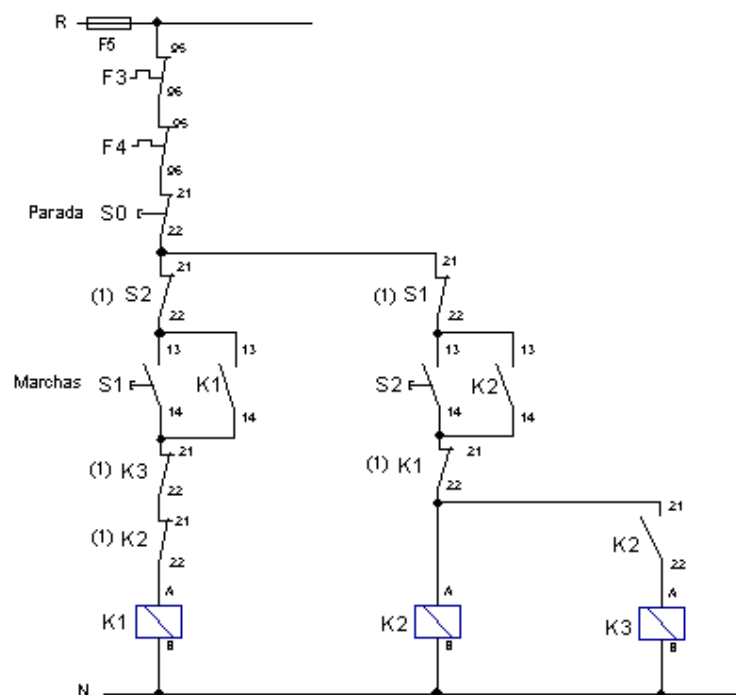
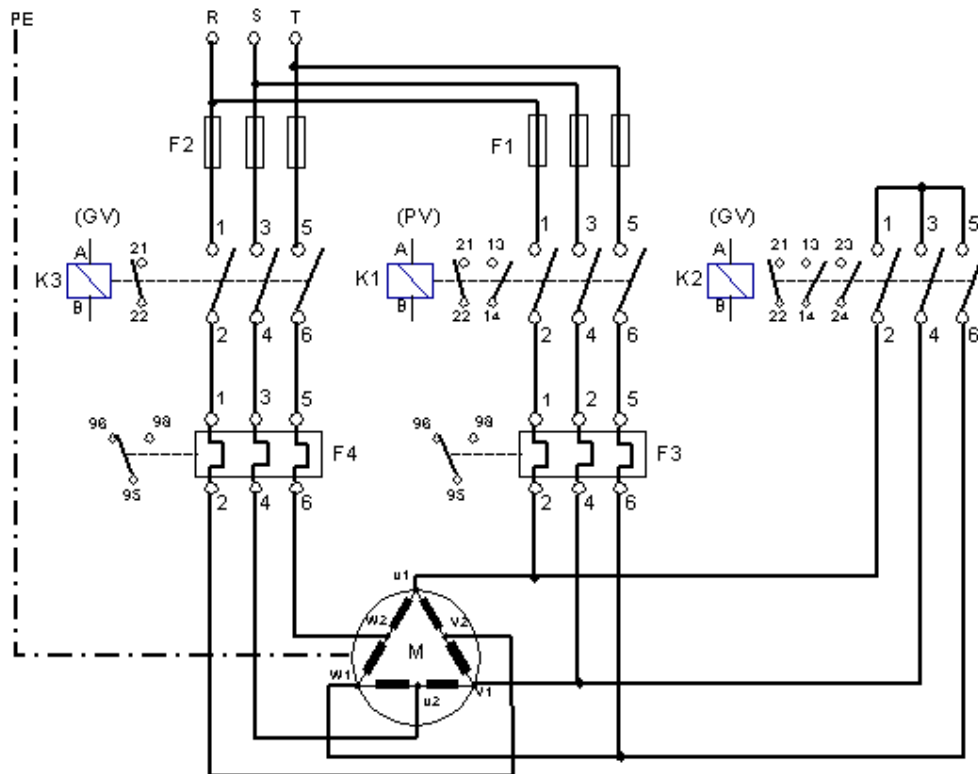


Fig. 7.23: Esquema de força e de comando para alteração de rotação em motor Dahlander

O contator K1 é utilizado para conectar e desconectar o motor em velocidade menor (maior número de pólos). Ele deve ser dimensionado para uma corrente superior a corrente nominal do motor em funcionamento normal.

Os contatores K2 e K3 conectam e desconectam o motor em velocidade maior (menor número de pólos). Eles devem ser dimensionados para a corrente elétrica nominal do motor ligado em estrela.

Os relés térmicos F3 e F4 servem para proteção de sobrecargas para ambas as velocidades. Cada um deve ser dimensionado na corrente nominal do motor na velocidade em que cada um está colocado.

As proteções podem ser feitas por fusíveis ou disjuntores, nós, particularmente recomendamos disjuntores, porque com eles, em caso de atuação, não há a possibilidade de algum pólo ficar ligado.

O botão simples S0 é utilizado para parar o sistema e os botões S1 e S2 ligam o motor em cada uma das rotações.

O procedimento de partida deste circuito é assim:

#### **Para partida em velocidade menor:**

Pressione S1. O contator K1 fecha e motor parte conectado em triângulo. A alimentação do contator K1 é mantida após o botão S1 ser solto através do contato NA do mesmo contator em paralelo com o próprio S1. Note que se S1 for fechado, nenhum dos outros dois contatores pode fechar, pois há um contato NF de S1 no circuito de alimentação de K2 e K3, além de um contato NF de K1 no mesmo circuito. Para trocar a rotação é preciso primeiro parar o motor através do pressionamento de S0.

#### **Para partido em velocidade maior:**

Pressione S2. O contator K2 fecha e motor é conectado em estrela. Simultaneamente também fecha contator K3 para complementar a ligação em estrela. A alimentação do contator K2 é mantida após o botão S2 ser solto através do contato NA do mesmo contator em paralelo com o próprio S2. Note que se S2 for fechado, o contator K1 não pode mais ser ligado, pois há um contato NF de S2 no circuito de alimentação de K1.

Note que atuação de qualquer um dos relés térmicos abre o circuito e isso faz com que seja necessário repetir todo o procedimento de ligação da chave de partida.

### **7.9. Partida automática para duas velocidades com reversão (Dahlander)**

Esta aqui também não é uma situação muito comum, mas, caso algum dia alguém necessite, poderá tê-la aqui. Na verdade essa situação é como se fosse uma chave Dahlander e uma chave reversora juntas.

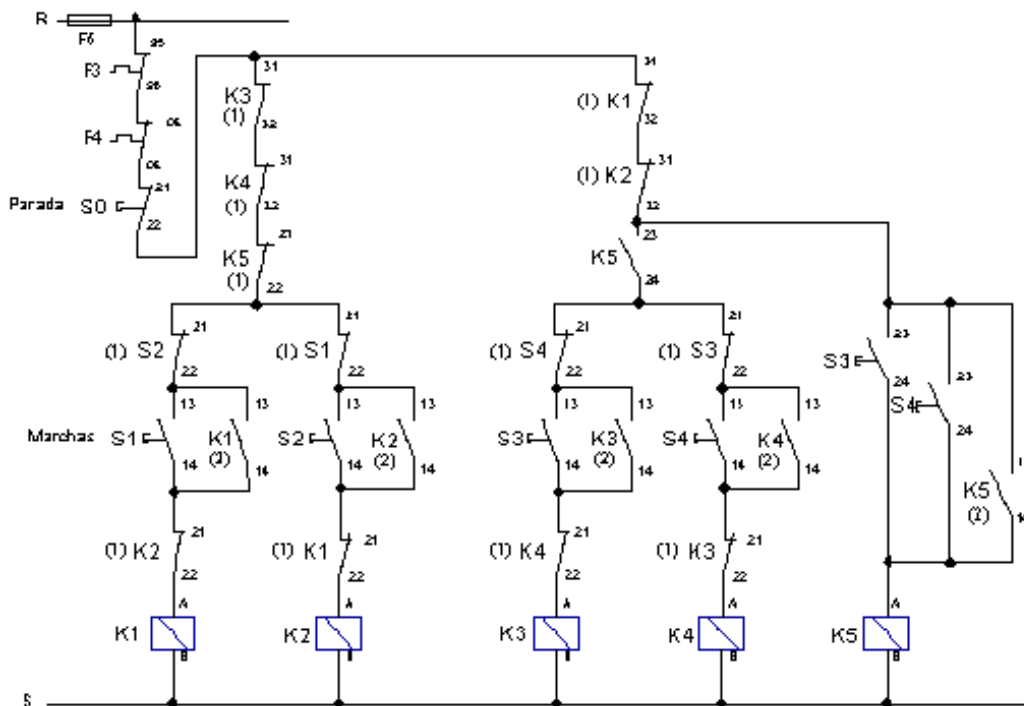
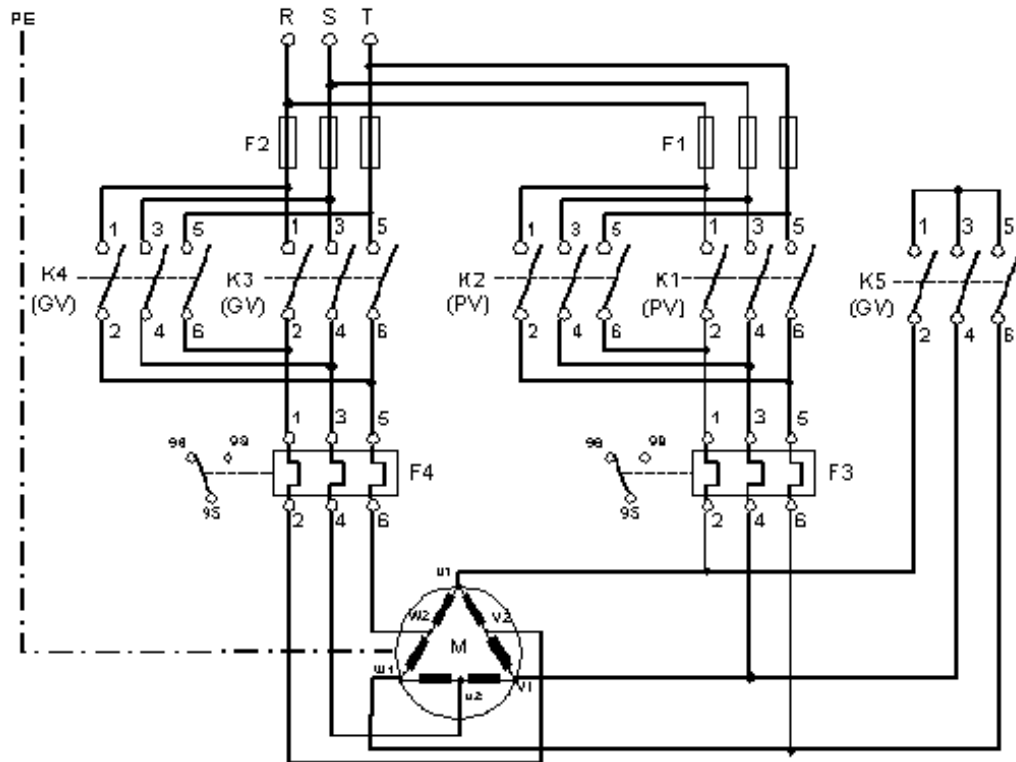


Fig. 7.24: Partida automática para duas velocidades de motor Dahlander com reversão de rotação

O funcionamento desse circuito é assim:

As características de dimensionamento são idênticas as da chave Dahlander sem inversão de rotação. Entre os contatores de cada inversor K1-K2 e K3-K4 há um intertravamento duplo: um feito pelos contatos auxiliares dos próprios contatores (K1, K2, K3 e K4) e outro feito pelos botões de partida (S1, S2, S3 e S4) e o contato auxiliar 21-22. Estes últimos poderiam ser substituídos por intertravamentos mecânicos nos próprios contatores, evitando-se assim o uso de botões com 3 contatos para as partidas S3 e S4. O funcionamento para cada uma das 4 situações possíveis é o seguinte:

#### **Partida e parada em velocidade menor e rotação a esquerda:**

Pressionar o botão S1. O contator K1 fecha e o motor parte em velocidade menor (ligação em estrela). A retenção da alimentação de K1 é feita pelo próprio contato NA de K1 e o contato auxiliar 13-14. Para parar pressionar S0.

#### **Partida e parada em velocidade menor e rotação a direita:**

Pressione S2 para partir. O contator K2 é ligado e o motor parte em velocidade menor com rotação a direita. A retenção da alimentação é feita pelo contato NA de K2 e o contato auxiliar 13-14. Para parar pressionar S0.

#### **Partida e parada em velocidade maior e rotação a direita:**

Pressione S3. Os contatores K3 e K5 fecham. Esses dois contatores ligados fazem a rotação maior (ligação em estrela) com rotação a direita. A manutenção da alimentação desses contatores é feita pelos respectivos contatos NA em paralelo com o botão S3. Para parar pressione S0.

#### **Partida e parada em velocidade maior e rotação a esquerda:**

Pressione S4. Os contatores K4 e K5 fecham. Esses dois contatores ligados fazem a rotação maior (ligação em estrela) com rotação a direita. A manutenção da alimentação desses contatores é feita pelos respectivos contatos NA em paralelo com o botão S3. Para parar pressione S0.

Note que se o relé térmico atuar o sistema volta ao estado inicial e o operador deverá reiniciá-lo. Observe a segurança nos intertravamentos: é impossível partir o motor de modo incorreto, porque, sempre, somente uma situação é permitida. Não há a menor possibilidade de que duas situações possam ocorrer ao mesmo tempo.

## **8. APLICAÇÕES PRÁTICAS COM MOTORES ELÉTRICOS**

Este capítulo apresenta alguns circuitos típicos envolvendo partida de motores e acionamentos industriais diversos.

### **8.1. Partida seqüencial de dois motores:**

O esquema seguinte mostra como partir dois motores elétricos em seqüência. Liga-se o primeiro motor e, após um certo tempo selecionado no relé temporizador, o segundo motor parte automaticamente. Os dois motores devem sempre operar em conjunto.

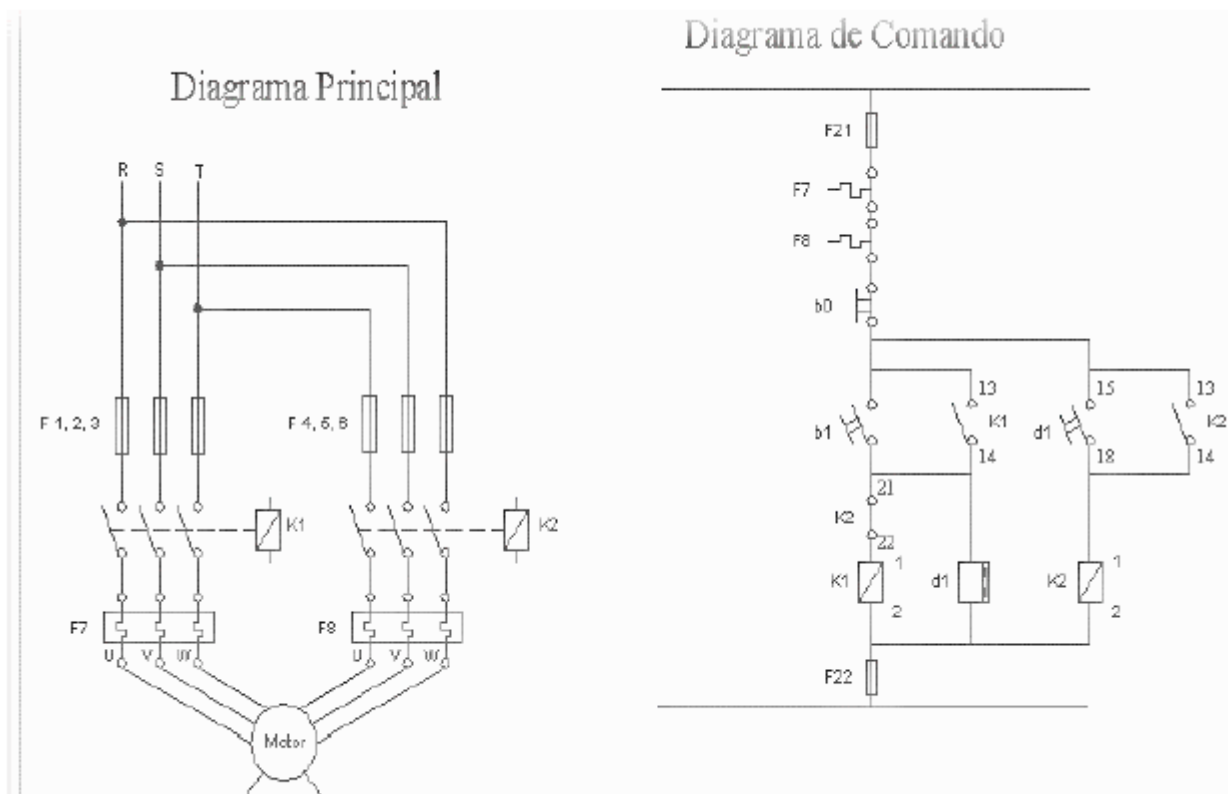


Fig. 8.1: Partida seqüencial de dois motores elétricos

Como aqui nesse circuito é utilizado um temporizador, inicialmente é necessário compreender como esse dispositivo funciona. Veja na figura seguinte o aspecto físico do temporizador CCA, bem como o diagrama de contatos e a temporização na saída. Ao ser energizado inicia-se a contagem do tempo  $t$ . O contato de saída inverte sua posição após esse tempo  $t$  e assim permanece enquanto o temporizador estiver energizado. Em caso de falta de energia tudo volta ao estado inicial e somente após o retorno da energia é que o processo de contagem de tempo começa novamente. Todas as informações técnicas referentes a este produto estão no site [www.cca.ind.br](http://www.cca.ind.br).

**DIAGRAMA DE CONTATOS      TEMPORIZAÇÃO**

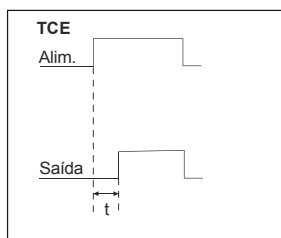
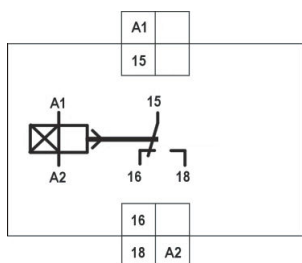


Fig. 8.2: Temporizador eletrônico CCA

Agora, analisando o circuito nota-se que a partida é feita pelo pressionamento do botão b1 e a conseqüente ligação do contator K1 que liga o motor 1. No momento em que o contator K1 é ligado o relé temporizador d1 também é ligado e é iniciada a contagem do tempo até esse relé fechar o seu contato de saída. Passado esse tempo o contato d1 do relé fecha e o contator K2 é ligado e este aciona o segundo motor.

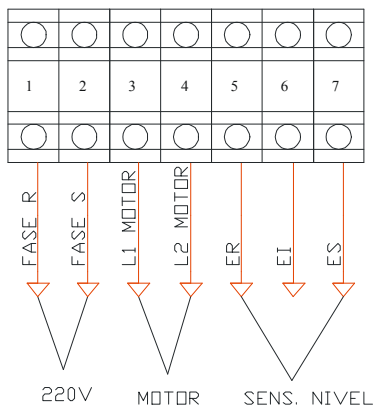
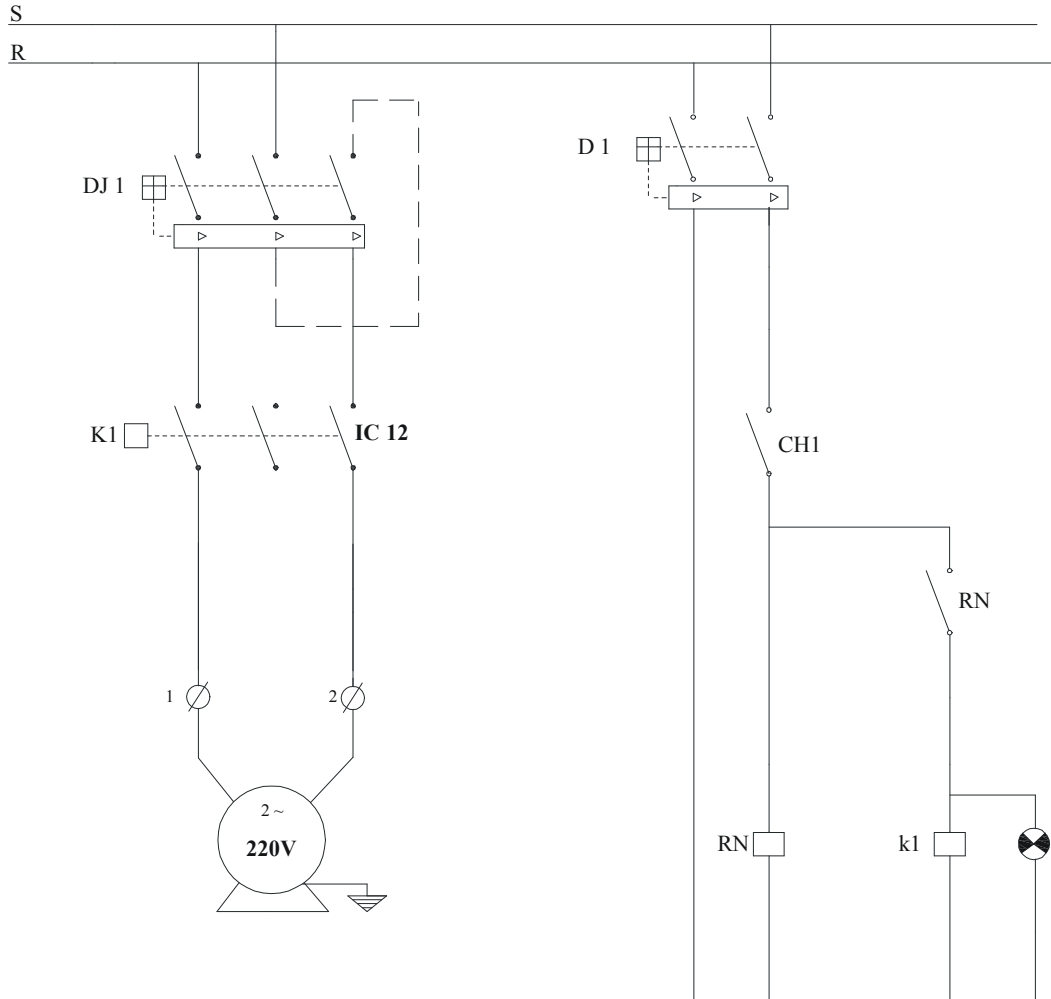


BR 470, Km 140, Número 5342 - SI 14 - Polo Ind. de Rio do Sul  
89160-000 - Rio do Sul/SC - Fone/Fax: (47) 3521 2986  
Email/MSN: vendas.cca@cca.ind.br - Site: www.cca.ind.br



Observar que existe sempre um contato NA de cada um dos contatores que faz a retenção após o retorno de b1 ou de d1. A proteção é feita pelos relés térmicos. Observar que, como os dois motores precisam trabalhar em conjunto, basta que um deles sofra uma sobrecarga para que o circuito todo seja desligado. Isso é obtido pela ligação em série dos dois contatos NF dos relés térmicos. O mesmo sistema pode ser expandido para 3, 4, 5 ou mais motores. A idéia é sempre ter um temporizador no motor anterior que aciona o motor subsequente.

## **8.2. Chave para bomba d'água monofásica:**



**ATENÇÃO**  
 REAPERTE TODOS OS PARAFUSOS  
 ANTES DE OPERAR.

**GABARITO**

DJ 1 = DISJUNTOR MOTOR	ER = ELETRODO DE REFERENCIA
D 1 = DISJUNTOR BIF. 10 A	EI = ELETRODO INFERIOR
RN = RELE DE NIVEL	ES = ELETRODO SUPERIOR

Fig. 8.3: Chave para bomba d'água monofásica

Esta chave é, na verdade, uma chave partida direta, com chave liga desliga CH1, cujo controle do contator é feito por um relé de nível (RN) com três eletrodos: O comum, o de mínimo e o de máximo nível.



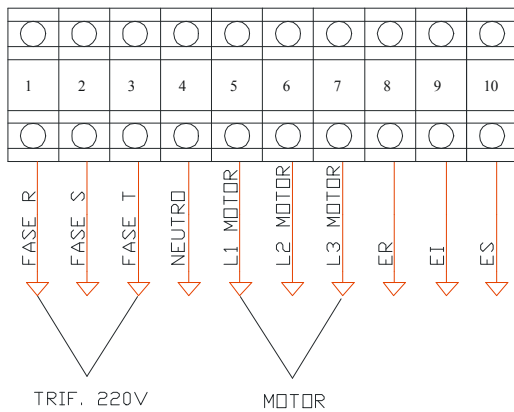
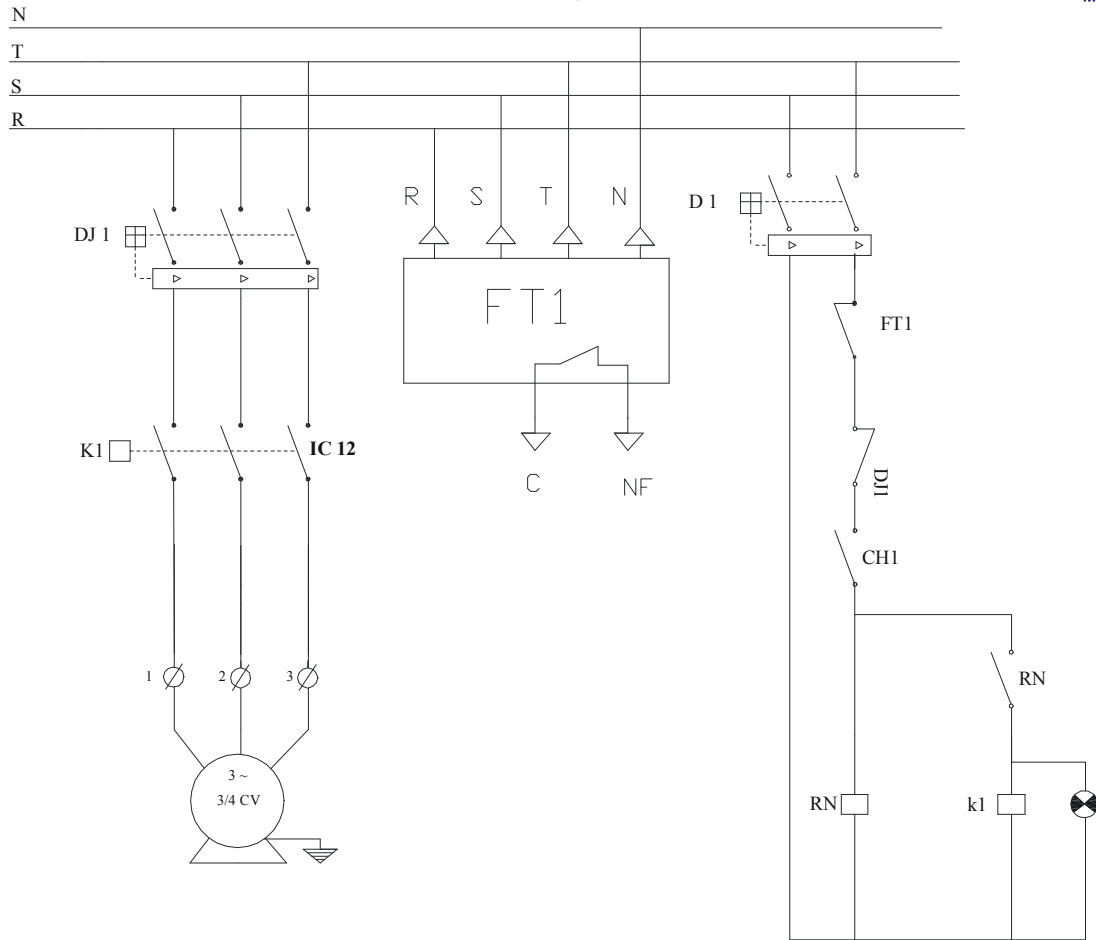


BR 470, Km 140, Número 5342 - Sl 14 - Polo Ind. de Rio do Sul  
89160-000 - Rio do Sul/SC - Fone/Fax: (47) 3521 2986  
Email/MSN: vendas.cca@cca.ind.br - Site: www.cca.ind.br



Quando o nível da água dentro do reservatório atinge um valor mínimo o contato RN do relé de nível fecha e o contator K1 é acionado. Quando o nível chega ao máximo permitido, o mesmo contato RN do relé de nível abre e o contator é desligado. A diferença entre o nível máximo e mínimo é conhecido como histerese do relé de nível. Observe como foi ligado o disjuntor DJ1 para evitar que um dos contatos fique sem passagem de corrente elétrica. Nos desenhos seguintes observe a instrução colocada nos bornes de conexão, a orientação a respeito do reaperto dos parafusos e a legenda.

### **8.3. Chave para bomba d'água trifásica:**



**ATENÇÃO**  
 É INDISPENSÁVEL O NEUTRO PARA O DEVIDO FUNCIONAMENTO DO RELE FALTA DE FASE.

**ATENÇÃO**  
 REAPORTE TODOS OS PARAFUSOS ANTES DE OPERAR.

**GABARITO**

DJ1 = DISJUNTOR MOTOR                      ER = ELETRODO DE REFERENCIA  
 D1 = DISJUNTOR BIF. 10 A                    EI = ELETRODO INFERIOR  
 FT1 = RELE FALTA DE FASE                    ES = ELETRODO SUPERIOR  
 RN = RELE DE NIVEL

Fig. 8.4: Chave para bomba d'água trifásica

Basicamente esse circuito é igual ao anterior, o da chave para bomba d'água monofásica. A diferença aqui é que foi introduzido um relé falta de fase. Para iniciar o acionamento deste circuito é necessário ligar os dois disjuntores: o disjuntor motor DJ1 e disjuntor bipolar D1. DJ1 é para o circuito de força e D1 para o circuito de comando. Em seguida deve ser acionada a chave alavanca CH1. A partir deste momento o contator passa a ser controlado pelo relé de nível RN da mesma maneira que o exposto para a chave monofásica. Note que em caso de curto circuito ou de sobrecarga, o contato NF de DJ1 atua desenergizando o relé de nível e abrindo o circuito de comando. O mesmo ocorre em caso de falta de uma das fases.

Veja na figura 8.5 como ficou a montagem final desta chave. Note a estética geral da montagem. Os condutores são todos acondicionados em canaletas apropriadas.

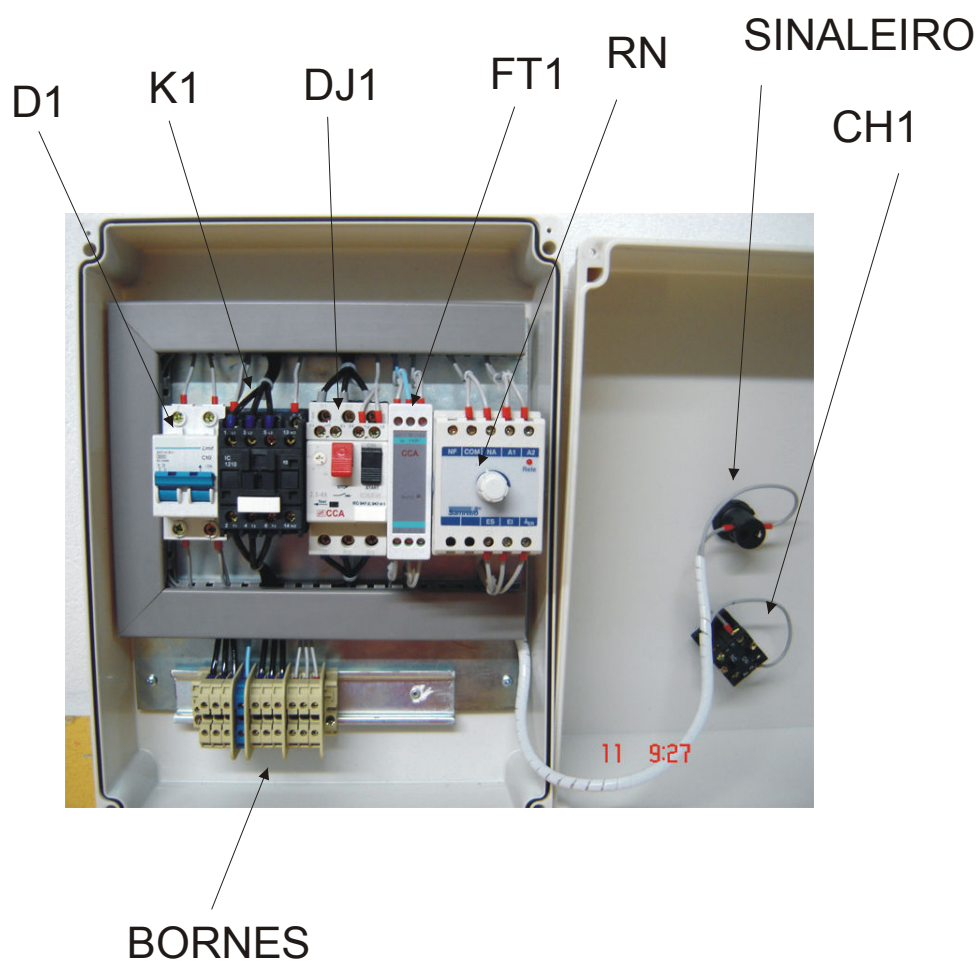
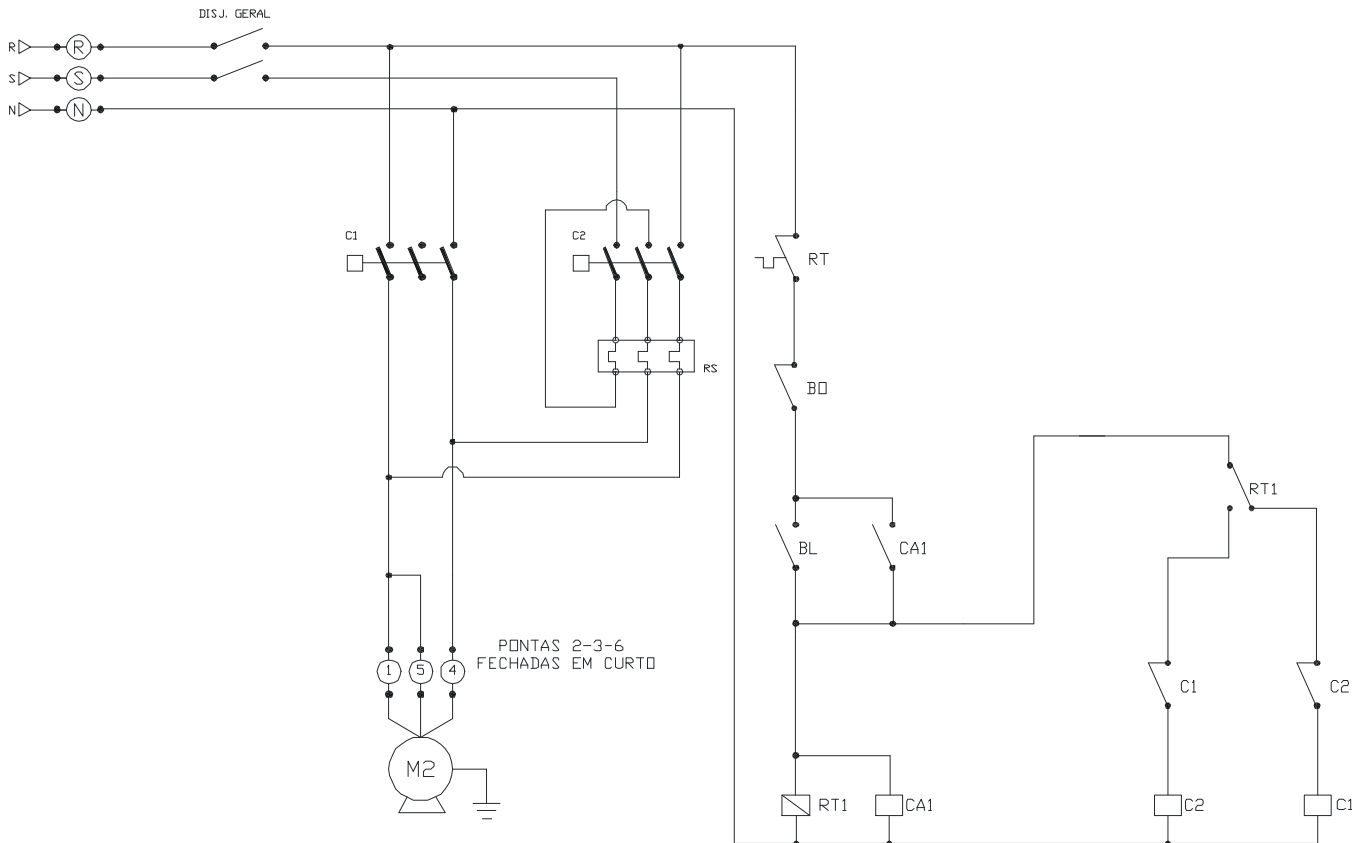


Fig. 8.5: Montagem interna da chave para bomba d'água trifásica

#### 8.4. PARTIDA DE MOTORES BIFÁSICOS EM DUAS TENSÕES

Nas zonas rurais é muito comum o uso de motores bifásicos, que nada mais são do que um motor monofásico em que o neutro é substituído por outra fase. Esses motores, geralmente, podem ser encontrados com potências de até 15HP. Às vezes, dependendo do tipo de carga que o motor irá movimentar, não é possível fazer uma partida direta, então pode-se recorrer a um artifício que reduz a corrente na partida. A base teórica desta chave é o fato de que esses motores possuem duas tensões nominais: a menor e a maior e os sistemas bifásicos também possuem duas tensões nominais: a menor (fase-neutro) e a maior (fase-fase). A

relação entre essas duas tensões é sempre uma sendo o dobro da outra. A idéia do circuito apresentado na figura 8.6 é ligar o motor na tensão maior e dar a partida na tensão menor da rede e, logo em seguida, comutar para a tensão maior. Note que, ligando o motor na tensão maior e aplicando nele a tensão menor, ele estará partindo em potência menor, com isso consegue-se reduzir a corrente na partida.



MOTOR BIFASICO (HP) 4POLOS		CORRENTE NOMINAL (A)	D1 (A)	CI C2		RELE TERMICO
220 V	440 V					
	1,0 CV	3,2	10	IC 12	2,5-4,0	
	1,5 CV	4,5	10	IC 12	4,0-6,3	
1,0 CV	2,0 CV	6,4	15	IC 12	5,5-8,0	
1,5 CV	3,0 CV	9,0	20	IC 18	7-10	
	4,0 CV	11,5	25	IC 18	9-13	
2,0/3,0 CV	5,0/7,5 CV	17,0	32	IC 25	12-18	
4,0 CV	10 CV	23,0	40	IC 32	17-25	
5,0 CV		26,0	40	IC 32	23-32	
7,5 CV	12,5 CV	36,0	50	IC 40	30-40	
10/12,5 CV		46,0	80	IC 65	37-56	

Fig. 8.6: Chave de partida em duas tensões para motores bifásicos

O funcionamento deste circuito é relativamente simples, mas convém dar uma breve explicação a respeito de alguns pontos. Em primeiro lugar, note como foi ligado o relé térmico e o contator C2. Veja que

todos os três pólos são utilizados. O relé térmico iria desarmar se um dos pólos não fosse utilizado. O funcionamento do circuito é o seguinte:

- Inicia-se pressionado BL e a conseqüente ligação do temporizador RT1 e do contator auxiliar CA1;
- A alimentação de CA1 é mantida através do contato NA do mesmo contator ligado em paralelo com BL (contato selo);
- Antes que RT1 atinja o tempo setado, o contator C1 liga e, em conseqüência C2 fica impedido de ligar devido ao uso do contato NF de C1 ligado em série com a alimentação de C2;
- Nesta situação é aplicada ao motor a tensão menor (fase-neutro). O motor deve estar ligado na tensão maior;
- Decorrido o tempo setado no temporizador, o contato reversível dele mesmo comuta e C1 é desligado e C2 é ligado;
- Nesta situação o motor estará recebendo a tensão nominal (fase-fase) e, portanto, desenvolvendo a potência nominal.

Note que somente na ligação final o relé térmico entra no circuito. Enquanto o motor estiver em potências menores, o relé térmico não está no circuito.

## 8.5. TALHA ELÉTRICA

As talhas são utilizadas para movimentação de cargas em pontes rolantes e outros dispositivos de deslocamento. Um dos requisitos fundamentais para as talhas é que a alimentação dos contatores seja em tensão baixa (24Vca ou 24Vcc). Este cuidado é necessário em função da segurança porque as talhas geralmente são utilizadas em ambientes agressivos ou úmidos e uma tensão de 220Vca poderia colocar em risco a vida do operador. Note que a botoeira que contém as tensões de comando das talhas está na mão do operador.

Existem vários modelos que podem ser implementados de acordo com a necessidade do cliente. No esquema da figura 8.7 será apresentada uma talha simples com 4 movimentos: sobe-desce e esquerda-direita. Cada par de movimentos é feito por um motor com sistema de reversão de rotação.

### **Circuito de força:**

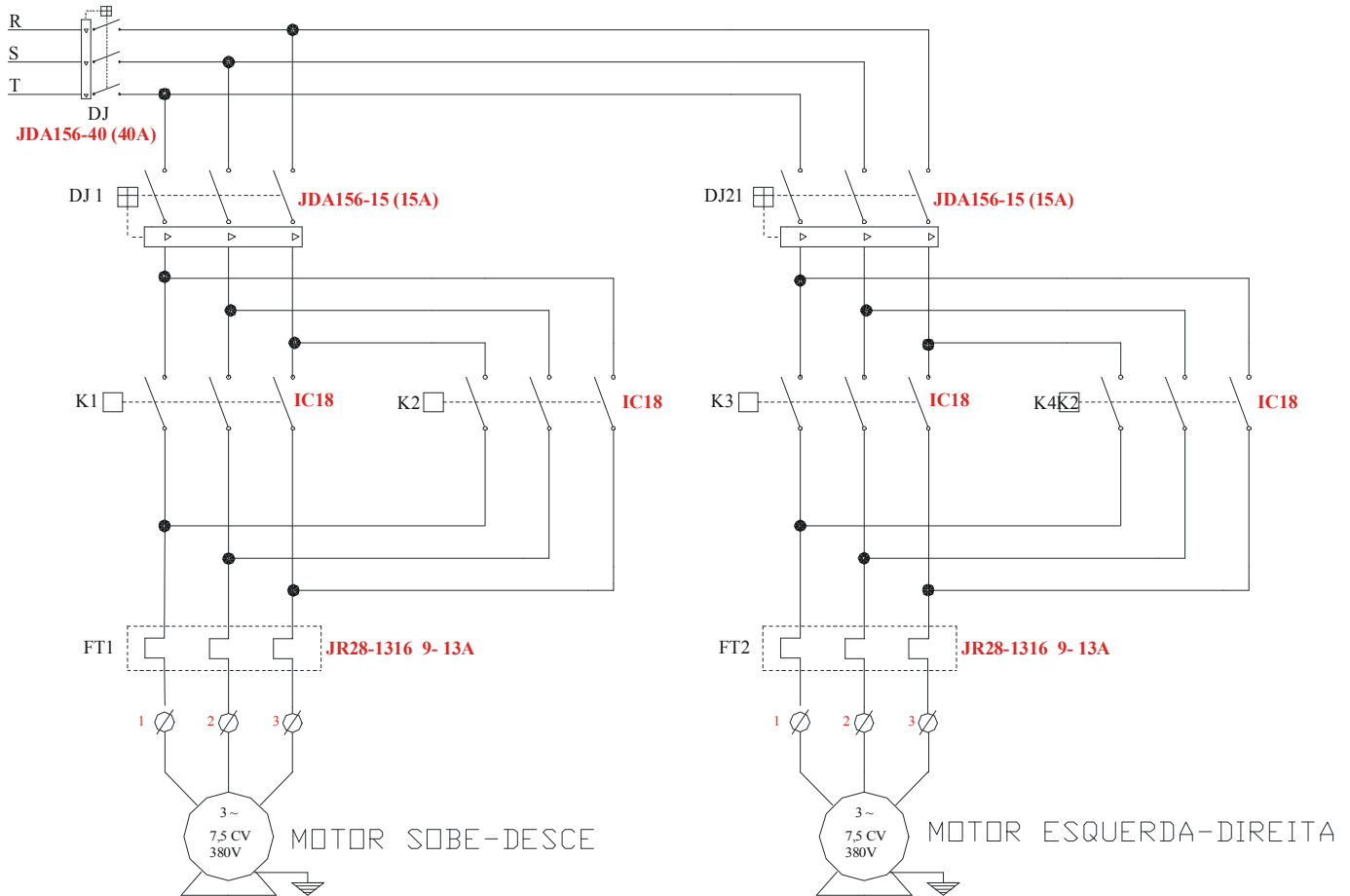


Fig. 8.7: Circuito de força para talha

Os motores elétricos utilizados são de 7,5HP/380V/4 pólos que possuem uma corrente nominal de 12,5A. Por isso foi dimensionado um disjuntor trifásico JDA156-25 (25A) com corrente de interrupção de 6kA para cada motor e um disjuntor geral JDA156-40 (40A) como proteção geral, o que é muito apropriado para a finalidade a que se destina aqui. Possui também 4 contadores, K1, K2, K3 e K4 de 18A e um relé térmico JR28-1316 com ajuste de 9-13A para cada um dos motores. Cada um dos motores atua como estando ligados a uma chave reversora, já que os movimentos são, na verdade, um sistema de duas reversões.

O circuito de comando é muito simples e é mostrado na figura seguinte.

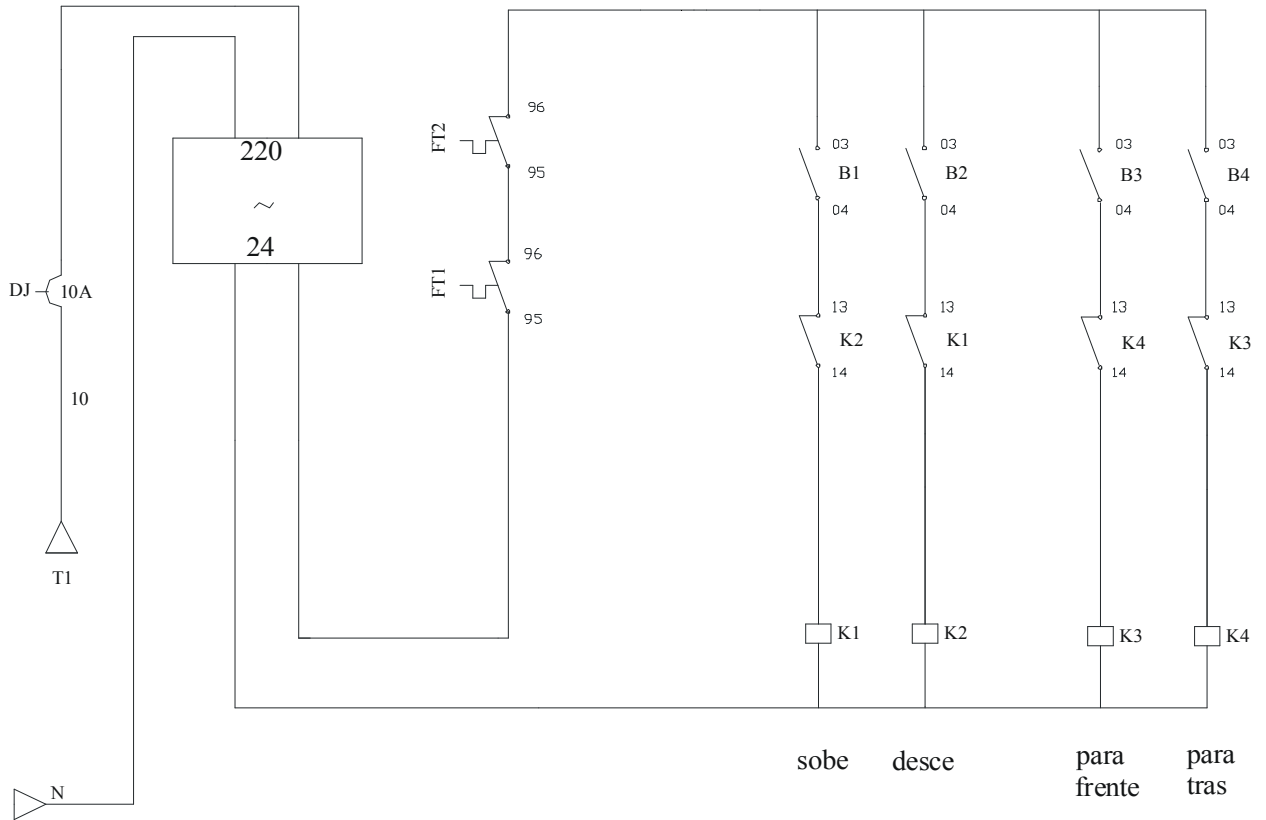


Fig. 8.8: Circuito de comando para talha

Note a fonte redutora de tensão de 220V para 24V. Como já foi dito isso é uma providência que visa a segurança do operador.

A implementação prática pode ser feita de diversas maneiras. Uma das maneiras mais usuais e comuns é o uso de uma botoeira industrial como comando e um painel normal onde estão os contatores e demais componentes. A CCA possui a seguinte botoeira que pode ser utilizada para esta finalidade.



Fig. 8.9: Botoeira industrial de quatro botões

Existe também a possibilidade de utilizar uma botoeira com botões de emergência. A CCA dispõe também desses modelos. Fica a cargo do leitor desenvolver um circuito de uma talha com botões de emergência.

### 8.6. PARTIDA DE MOTOR ELÉTRICO COM TIMER

Às vezes é necessário que um motor ligue sempre em um determinado momento. Para isso são utilizados os programadores horários que permitem a programação necessária.

O circuito seguinte mostra a parte de força do motor:

#### Circuito de força:

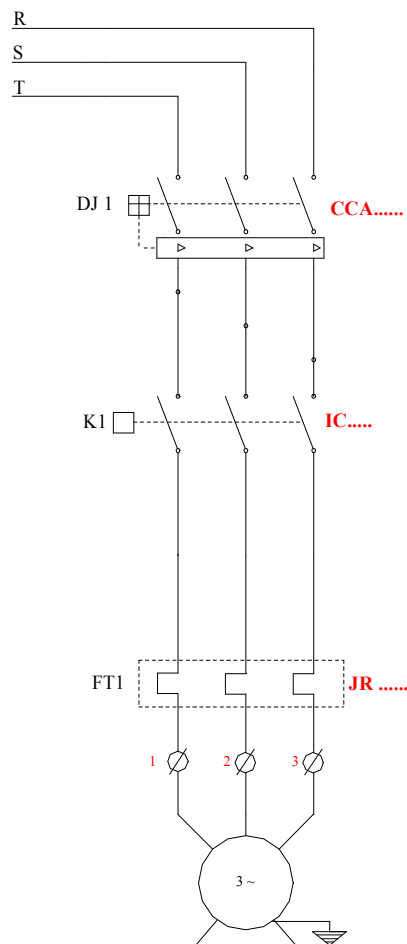


Fig. 8.10: Acionamento de motor com timer

O programador horário utilizado neste circuito é o modelo apresentado abaixo:





Fig. 8.11: Programador horário CCA

Esse modelo não necessita de alimentação externa para manter a programação porque possui bateria recarregável interna e seu circuito é todo de baixíssimo consumo. O aparelho mantém as programações para faltas de energia com até 150 horas de duração. Todas as demais informações técnicas estão em [www.cca.ind.br](http://www.cca.ind.br).

O esquema seguinte mostra como deve ser o circuito de comando para este tipo de ligação:

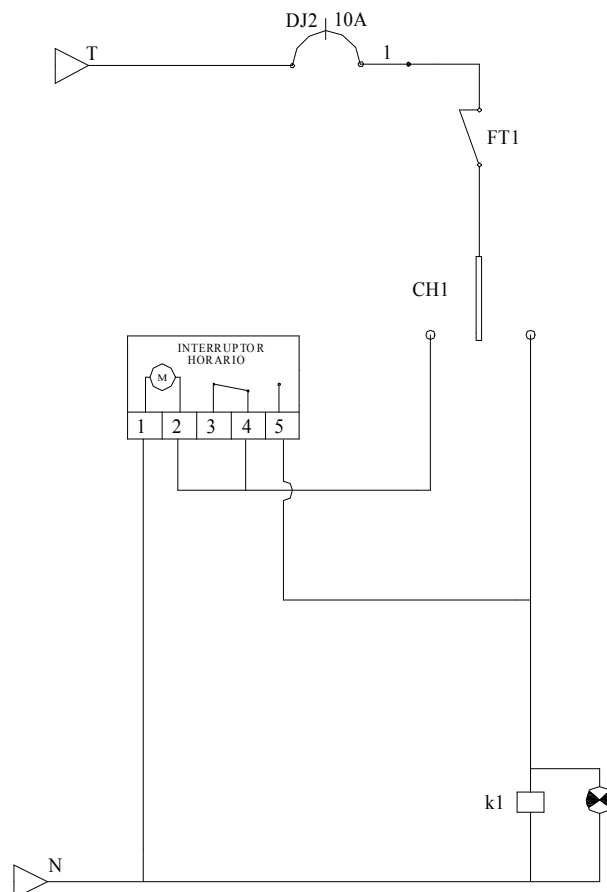


Fig. 8.12: Circuito de comando para acionamento com timer

A chave CH1 permite comutar para posição com timer ou ligação manual. Quando ela é colocada na posição com timer o motor passa a ser acionado sempre que a hora programada no timer é atingida. Observar que este timer permite selecionar a hora da ligação e do desligamento.

### 8.7. PAINEL BRITADOR COM MOTOR DE DOZE PONTAS

Para concluir esse trabalho é apresentado a seguir um painel completo de um britador com um motor de 12 pontas. O motor de 12 pontas é um tipo de motor especial que pode trabalhar com quatro tensões diferentes tanto em estrela como em triângulo. Veja as figura 8.13 como esse motor pode ser ligado.

**DIAGRAMA DE LIGAÇÃO DE MOTORES  
 (12 PONTAS)**

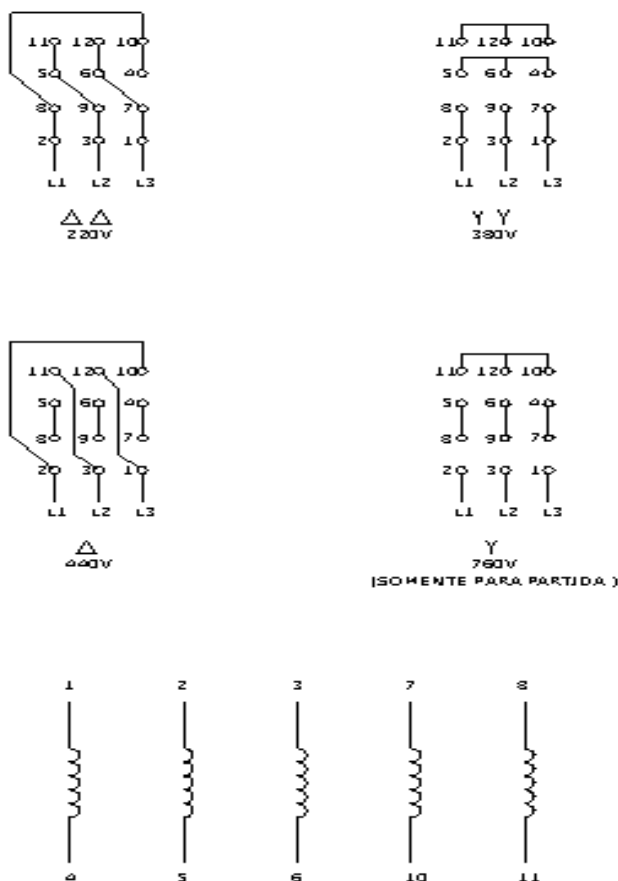
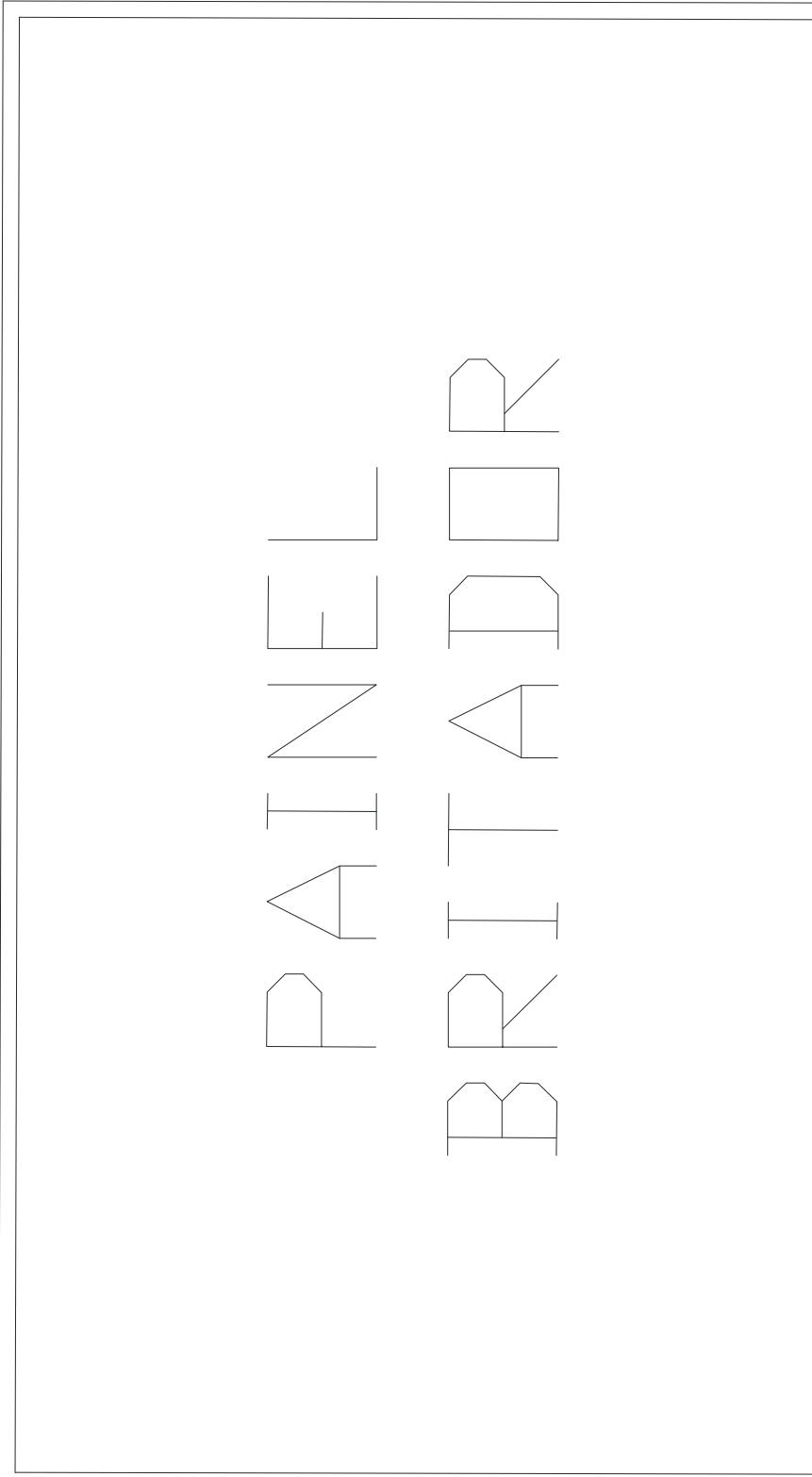


Fig. 8.13: Esquema de ligação de motor de indução de doze pontas

Nas figuras seguintes é apresentado o projeto completo para o britador citado.

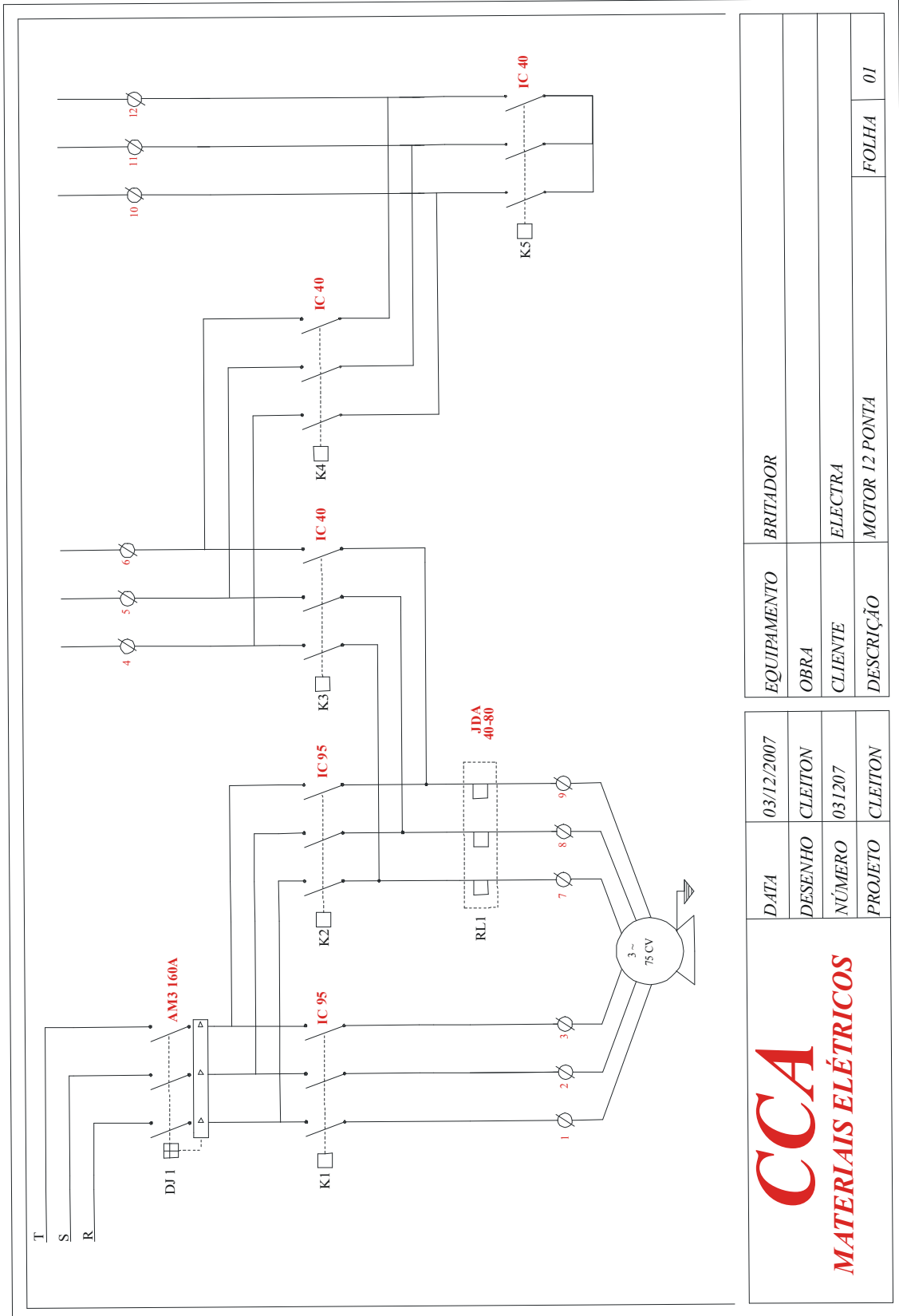


PAINEL  
 BRITADOR

EQUIPAMENTO	BRITADOR
OBRA	
CLIENTE	ELECTRA
DESCRIÇÃO	MOTOR 12 PONTA
	FOLHA 01

DATA	03/12/2007
DESENHO	CLEITON
NÚMERO	031207
PROJETO	CLEITON

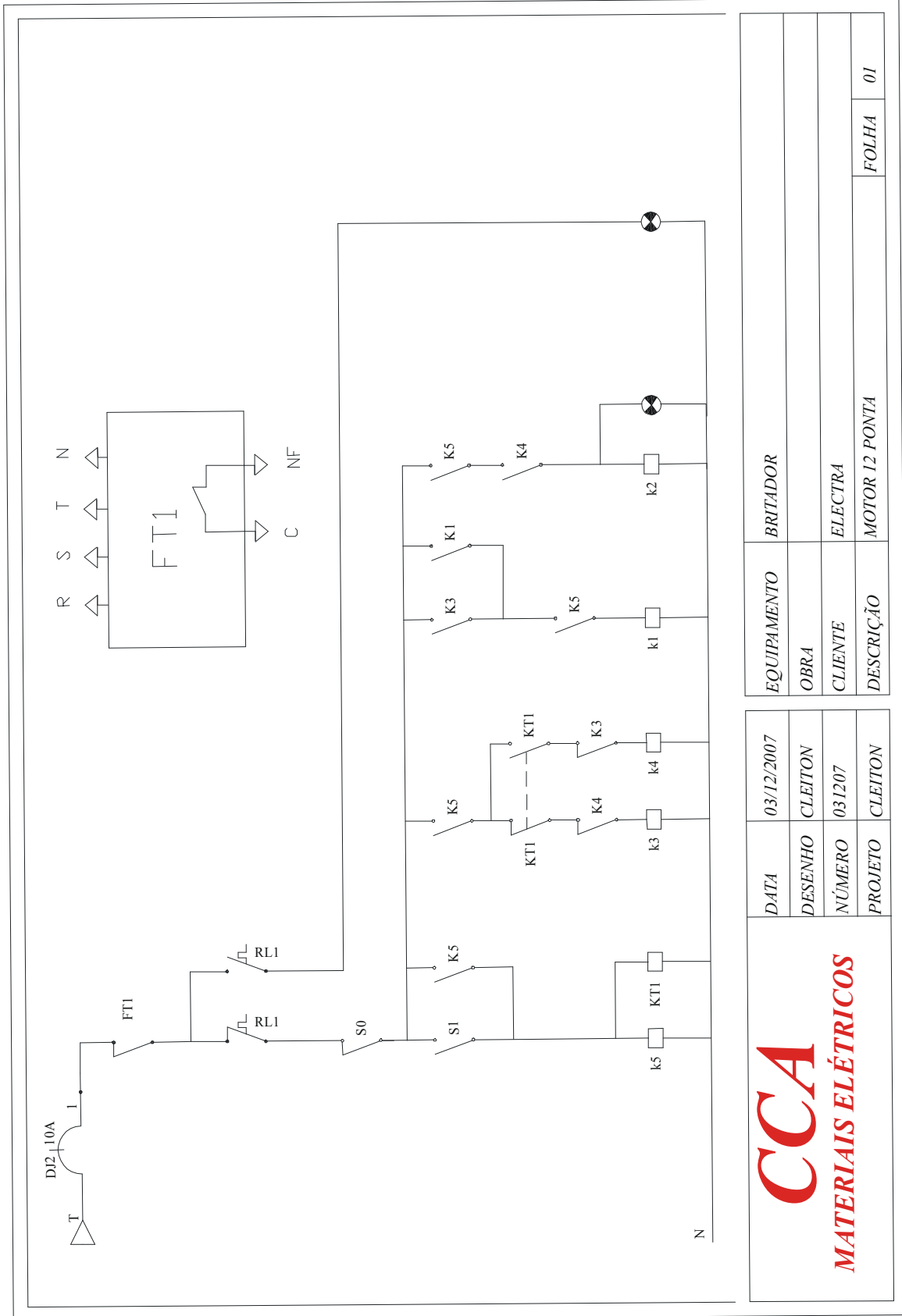
**CCA**  
**MATERIAIS ELÉTRICOS**



EQUIPAMENTO	BRITADOR
OBRA	
CLIENTE	ELECTRA
DESCRIÇÃO	MOTOR 12 PONTA

DATA	03/12/2007
DESENHO	CLEITON
NÚMERO	03.1207
PROJETO	CLEITON

**CCA**  
**MATERIAIS ELÉTRICOS**

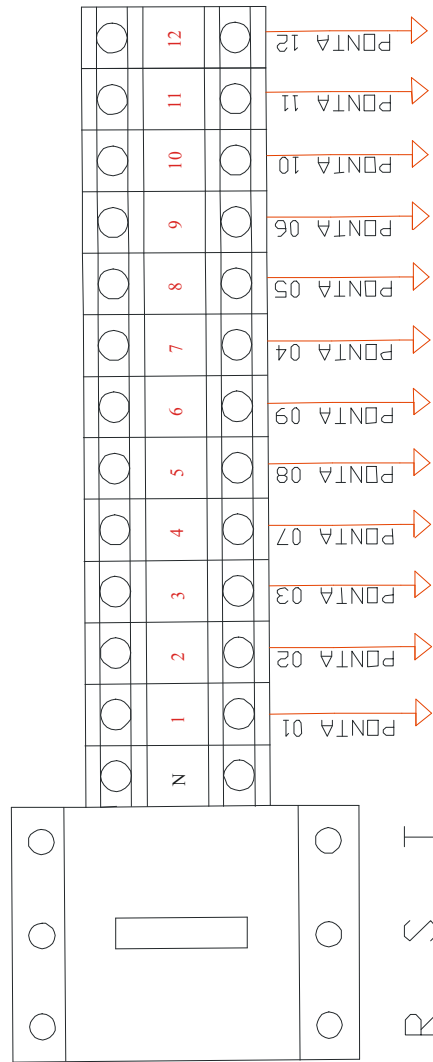


EQUIPAMENTO	BRITADOR
OBRA	
CLIENTE	ELECTRA
DESCRIÇÃO	MOTOR 12 PONTA
	FOLHA 01

DATA	03/12/2007
DESENHO	CLEITON
NÚMERO	031207
PROJETO	CLEITON

**CCA**  
**MATERIAIS ELÉTRICOS**

**ATENÇÃO**  
**ATENÇÃO AO**  
**CONECTAR AS PONTAS DO MOTOR,**  
**SEGUIR SEQUÊNCIA ABAIXO**



<b>CCA</b> <b>MATERIAIS ELÉTRICOS</b>		DATA	03/12/2007	EQUIPAMENTO	BRITADOR	
		DESENHO	CLEITON	OBRA		
		NÚMERO	031207	CLIENTE	ELECTRA	
		PROJETO	CLEITON	DESCRIÇÃO	MOTOR 12 PONTA	
					FOLHA	01

**ATENÇÃO**  
**LINHA 380 V**  
**COMANDO 220 CORRENTE TOTAL**  
**CALCULADA 105 A**

CÓDIGO	DESCRIÇÃO
DJ1	DISJUNTOR TRIPOLAR 160A GERAL
DJ2	DISJUNTOR MONOFÁSICO 10A
K1	CONTATOR IC 95
K2	CONTATOR IC 95
K3	CONTATOR IC 40
K4	CONTATOR IC 40
K5	CONTATOR IC 40
RL1	RELE DE SOBRECARGA
KT1	TEMPORIZADOR
FT1	RELE FALTA DE FASE

<b>CCA</b>		03/12/2007	BRITADOR
<b>MATERIAIS ELÉTRICOS</b>		CLEITON	EQUIPAMENTO
		031207	OBRAS
		CLEITON	CLIENTE
		MOTOR 12 PONTA	DESCRIÇÃO
		01	FOLHA

Fig. 8.14: Projeto completo para um britador com motor de 75HP



BR 470, Km140, Número 5342 - SI 14 - Polo Ind. de Rio do Sul  
89160-000 - Rio do Sul/SC - Fone/Fax: (47) 3521 2986  
Email/MSN: vendas.cca@cca.ind.br - Site: www.cca.ind.br



O circuito não é muito complexo, acredita-se que a essa altura o leitor tenha condições de interpretá-lo corretamente. Assim sendo não serão feitos comentários a respeito do circuito em si, apenas, cita-se que nos projetos é sempre importante que seja anexada documentação para facilitar a interpretação e também porque isso é exigido pelas normas de segurança. Assim pode-se ver que nesse projeto além dos circuitos de comando e de força também são anexados os desenhos da borneira identificando o que deve ser ligado em cada borne e outras informações úteis.

## **9. APÊNDICES**

### 9.1. Características técnicas dos motores de indução trifásicos





BR 470, Km 140, Número 5342 - SI 14 - Polo Ind. de Rio do Sul  
 89160-000 - Rio do Sul/SC - Fone/Fax: (47) 3521 2986  
 Email/MSN: vendas.cca@cca.ind.br - Site: www.cca.ind.br



**Motores Assíncronos de Indução Trifásicos**  
**3600RPM – 60Hz – 2 PÓLOS**

Potência		Carcaça		Corrente Nominal Em 220V (A)	Corrente Nominal Em 380V (A)	Corrente Nominal Em 440V (A)	Rendimento h %			Cos j			Fator de Serviço F S
CV	Kw	ABNT	RPM				% da Potência Nominal						
							50	75	100	50	75	100	
0.16	0.12	63	3450	0.8	0.5	0.4	43	49	53	0.58	0.67	0.76	1.35
0.25	0.18	63	3430	1.1	0.6	0.6	48	55	58	0.6	0.69	0.75	1.35
0.33	0.25	63	3430	1.3	0.8	0.7	50	61	63	0.66	0.75	0.78	1.35
0.5	0.37	63	3410	1.8	1.0	0.9	60	65	67	0.75	0.79	0.8	1.25
0.75	0.55	71	3400	2.6	1.5	1.3	60	63	67	0.64	0.78	0.83	1.25
1	0.75	71	3420	3.4	2.0	1.7	57	65	68	0.66	0.77	0.83	1.25
1.5	1.1	80	3420	4.6	2.7	2.3	70	74	75	0.71	0.79	0.84	1.15
2	1.5	80	3400	6	3.5	3.0	72	76	77	0.76	0.81	0.83	1.15
3	2.2	90S	3460	9	5.2	4.5	72	76	78	0.75	0.8	0.82	1.15
4	3	90L	3490	12	6.9	6.0	72	77	79	0.7	0.77	0.81	1.15
5	3.7	100L	3500	14	8.1	7.0	72	78	79	0.69	0.77	0.86	1.15
6	4.4	112M	3500	17	9.8	8.5	72	77	79	0.75	0.82	0.86	1.15
7.5	5.5	112M	3500	22	12.7	11.0	73	78	79	0.7	0.79	0.85	1.15
10	7.5	132S	3500	28	16.2	14.0	73	76	80	0.83	0.88	0.89	1.15
12.5	9.2	132M	3510	34	19.6	17.0	78	80	81	0.83	0.86	0.89	1.15
15	11	132M	3500	38	21.9	19.0	79	82	84	0.85	0.89	0.9	1.15
20	15	160M	3520	52	30.0	26.0	74	80	82	0.85	0.89	0.9	1.15
25	18.5	160M	3510	64	36.9	32.0	80	82	83	0.87	0.9	0.91	1.15
30	22	160L	3490	74	42.7	37.0	76	82	85	0.86	0.9	0.92	1.15
40	30	200M	3560	100	57.7	50.0	85	87	89	0.78	0.85	0.87	1.15
50	37	200L	3560	125	72.1	62.5	77	83	85	0.87	0.9	0.91	1.15
60	45	225S/M	3560	150	86.6	75.0	79	85	87	0.82	0.87	0.89	1
75	55	225S/M	3560	180	103.9	90.0	80	88	90	0.87	0.89	0.89	1
100	75	250S/M	3560	244	140.8	122.0	83	87	89	0.85	0.87	0.89	1
125	90	280S/M	3560	300	173.1	150.0	83	88	90	0.87	0.88	0.89	1
150	110	280S/M	3565	370	213.5	185.0	83	87	88	0.88	0.89	0.9	1
175	130	315S/M	3565	420	242.3	210.0	81	86	88	0.9	0.91	0.91	1
200	150	315S/M	3560	480	277.0	240.0	82	87	89	0.9	0.91	0.91	1
250	185	315S/M	3560	580	334.7	290.0	88	90	91	0.88	0.9	0.91	1

**Motores Assíncronos de Indução Trifásicos**  
**1800RPM – 60Hz – 4 POLOS**

Potência		Carcaça		Corrente Nominal Em 220V (A)	Corrente Nominal Em 380V (A)	Corrente Nominal Em 440V (A)	Rendimento h %			Cos j			Fator de Serviço F S
CV	Kw	ABNT	RPM				% da Potência Nominal						
							50	75	100	50	75	100	
0.16	0.12	63	1730	0.9	0.5	0.5	41	50	55	0.44	0.54	0.62	1.35
0.25	0.18	63	1720	1.3	0.8	0.7	46	53	56	0.52	0.6	0.66	1.35
0.33	0.25	63	1720	1.6	0.9	0.8	57	64	66	0.51	0.58	0.6	1.35
0.5	0.37	71	1710	2.1	1.2	1.1	54	63	68	0.52	0.6	0.67	1.25
0.75	0.55	71	1690	3	1.7	1.5	57	64	68	0.52	0.62	0.71	1.25
1	0.75	80	1730	3.8	2.2	1.9	58	66	68	0.51	0.63	0.75	1.15
1.5	1.1	80	1690	5	2.9	2.5	67	69	70	0.61	0.74	0.83	1.15
2	1.5	90S	1720	6.5	3.8	3.3	67	71	72	0.63	0.75	0.83	1.15
3	2.2	90L	1710	9	5.2	4.5	74	76	77	0.61	0.73	0.84	1.15
4	3	100L	1730	12	6.9	6.0	72	77	78	0.69	0.78	0.83	1.15
5	3.7	112M	1710	15	8.7	7.5	74	75	76	0.69	0.78	0.85	1.15
6	4.4	112M	1730	17	9.8	8.5	77	80	82	0.69	0.78	0.83	1.15
7.5	5.5	132S	1720	22	12.7	11.0	75	78	79	0.65	0.75	0.83	1.15
10	7.5	132M	1760	28	16.2	14.0	78	82	84	0.67	0.77	0.82	1.15
12.5	9.2	132M	1760	34	19.6	17.0	80	83	86	0.74	0.81	0.84	1.15
15	11	160M	1760	40	23.1	20.0	80	82	86	0.8	0.84	0.86	1.15
20	15	160M	1760	52	30.0	26.0	84	86	87	0.74	0.84	0.86	1.15
25	18.5	160L	1760	62	35.8	31.0	85	88	90	0.73	0.82	0.85	1.15
30	22	180M	1765	76	43.9	38.0	87	88	88	0.77	0.83	0.86	1.15
40	30	200M	1770	98	56.5	49.0	86	88	90	0.78	0.86	0.88	1.15
50	37	200L	1770	120	69.2	60.0	85	89	90	0.81	0.87	0.89	1.15
60	45	225S/M	1775	148	85.4	74.0	83	88	89	0.81	0.86	0.88	1
75	55	225S/M	1775	180	103.9	90.0	85	88	89	0.85	0.88	0.9	1
100	75	250S/M	1780	250	144.3	125.0	88	90	91	0.72	0.81	0.85	1
125	90	280S/M	1780	310	178.9	155.0	87	89	90	0.81	0.85	0.86	1
150	110	280S/M	1785	380	219.3	190.0	86	89	91	0.81	0.84	0.85	1
175	130	315S/M	1785	440	253.9	220.0	88	90	91	0.73	0.81	0.85	1
200	150	315S/M	1780	500	288.5	250.0	87	90	91	0.79	0.83	0.85	1
250	185	315S/M	1785	610	352.0	305.0	89	91	92	0.76	0.83	0.86	1

**Motores Assíncronos de Indução Trifásicos**  
**1200RPM – 60Hz – 6 POLOS**

Potência		Carcaça		Corrente Nominal Em 220V (A)	Corrente Nominal Em 380V (A)	Corrente Nominal Em 440V (A)	Rendimento h %			Cos j			Fator de Serviço F S
CV	Kw	ABNT	RPM				% da Potência Nominal						
							50	75	100	50	75	100	
0.16	0.12	63	1130	1.1	0.6	0.6	31	38	45	0.5	0.57	0.62	1.35
0.25	0.18	71	1090	1.4	0.8	0.7	44	50	51	0.49	0.59	0.67	1.35
0.33	0.25	71	1100	1.8	1.0	0.9	42	49	54	0.48	0.57	0.65	1.35
0.5	0.37	80	1140	2.6	1.5	1.3	46	54	60	0.47	0.57	0.62	1.25
0.75	0.55	80	1140	3.5	2.0	1.8	54	63	64	0.47	0.55	0.65	1.15
1	0.75	90S	1140	4	2.3	2.0	62	67	68	0.52	0.63	0.7	1.15
1.5	1.1	90S	1120	5.6	3.2	2.8	65	68	69	0.51	0.66	0.75	1.15
2	1.5	100L	1150	7.2	4.2	3.6	68	74	76	0.54	0.64	0.71	1.15
3	2.2	100L	1130	10	5.8	5.0	73	76	77	0.54	0.68	0.75	1.15
4	3	112M	1150	13	7.5	6.5	71	73	75	0.67	0.73	0.79	1.15
5	3.7	135S	1155	16	9.2	8.0	75	78	80	0.58	0.68	0.75	1.15
6	4.4	132S	1160	19	11.0	9.5	75	78	80	0.58	0.69	0.76	1.15
7.5	5.5	132M	1160	24	13.8	12.0	76	78	80	0.58	0.7	0.77	1.15
10	7.5	132M	1160	30	17.3	15.0	77	80	82	0.58	0.7	0.77	1.15
12.5	9.2	160M	1160	36	20.8	18.0	76	82	84	0.65	0.77	0.8	1.15
15	11	160M	1160	44	25.4	22.0	72	78	83	0.67	0.77	0.8	1.15
20	15	160L	1160	56	32.3	28.0	80	84	86	0.7	0.77	0.8	1.15
25	18.5	180L	1170	64	36.9	32.0	83	85	86	0.82	0.86	0.88	1.15
30	22	200L	1180	76	43.9	38.0	82	85	87	0.76	0.8	0.87	1.15
40	30	200L	1180	100	57.7	50.0	82	86	89	0.76	0.83	0.87	1
50	37	225S/M	1185	130	75.0	65.0	83	87	88	0.72	0.8	0.84	1
60	45	250S/M	1180	150	86.6	75.0	86	89	90	0.75	0.82	0.86	1
75	55	250S/M	1185	196	113.1	98.0	86	88	89	0.7	0.78	0.83	1
100	75	280S/M	1185	258	148.9	129.0	87	89	91	0.73	0.81	0.83	1
125	90	280S/M	1185	315	181.8	157.5	88	90	91	0.72	0.79	0.85	1
150	110	315S/M	1185	380	219.3	190.0	88	91	92	0.68	0.77	0.82	1
175	130	315S/M	1185	448	258.5	224.0	88	91	92	0.7	0.77	0.82	1
200	150	315S/M	1185	500	288.5	250.0	90	92	93	0.74	0.8	0.83	1

**Motores Assíncronos de Indução Trifásicos**  
**900RPM – 60Hz – 8 POLOS**

Potência		Carcaça		Corrente Nominal Em 220V (A)	Corrente Nominal Em 380V (A)	Corrente Nominal Em 440V (A)	Rendimento h %			Fator de Potência Cos j			Fator de Serviço F S
CV	Kw	ABNT	RPM				% da Potência Nominal						
							50	75	100	50	75	100	
0.16	0.12	71	820	1.2	0.7	0.6	38	46	50	0.38	0.46	0.51	1.35
0.25	0.18	80	850	1.8	1.0	0.9	36	46	49	0.42	0.5	0.56	1.35
0.33	0.25	80	850	2	1.2	1.0	42	49	55	0.43	0.53	0.58	1.35
0.5	0.37	90S	830	2.6	1.5	1.3	49	58	60	0.45	0.54	0.62	1.15
0.75	0.55	90L	830	3.3	1.9	1.7	57	62	66	0.47	0.58	0.67	1.15
1	0.75	90L	830	4.2	2.4	2.1	58	63	68	0.45	0.59	0.67	1.15
1.5	1.1	100L	860	6.5	3.8	3.3	60	68	74	0.42	0.51	0.6	1.15
2	1.5	112M	865	8	4.6	4.0	61	67	69	0.5	0.61	0.7	1.15
3	2.2	132S	870	12	6.9	6.0	66	69	71	0.45	0.57	0.68	1.15
4	3	132M	870	15	8.7	7.5	68	72	74	0.52	0.64	0.7	1.15
5	3.7	132M	860	17	9.8	8.5	71	74	76	0.56	0.68	0.75	1.15
6	4.4	160M	880	20	11.5	10.0	72	76	78	0.62	0.7	0.73	1.15
7.5	5.5	160M	880	27	15.6	13.5	76	78	79	0.52	0.62	0.68	1.15
10	7.5	160L	875	36	20.8	18.0	76	79	82	0.47	0.59	0.66	1.15
12.5	9.2	180M	870	38	21.9	19.0	76	79	80	0.7	0.75	0.79	1.15
15	11	180L	880	44	25.4	22.0	77	80	83	0.67	0.76	0.8	1.15
20	15	180L	870	58	33.5	29.0	80	82	83	0.7	0.78	0.8	1.15
25	18.5	200L	880	75	43.3	37.5	84	85	86	0.68	0.72	0.75	1.15
30	22	225S/M	885	84	48.5	42.0	84	86	88	0.62	0.73	0.78	1
40	30	225S/M	885	110	63.5	55.0	87	88	89	0.65	0.74	0.79	1
50	37	250S/M	885	136	78.5	68.0	80	85	86	0.73	0.78	0.83	1
60	45	250S/M	885	164	94.6	82.0	84	85	86	0.73	0.79	0.82	1
75	55	280S/M	890	200	115.4	100.0	87	89	90	0.68	0.76	0.8	1
100	75	280S/M	890	270	155.8	135.0	89	90	91	0.66	0.74	0.79	1
125	90	315S/M	890	340	196.2	170.0	87	88	89	0.7	0.76	0.8	1
150	110	315S/M	890	402	232.0	201.0	87	89	90	0.62	0.74	0.8	1

9.2. Corrente nominal dos motores monofásicos e bifásicos

### CORRENTE NOMINAL DOS MOTORES MONOFÁSICOS

POTÊNCIA (HP)	POLOS	CORRENTE (A)			
		60Hz		50Hz	
		110V	220V	110V	220V
1/8	2	3,2	1,6	3,4	1,7
	4	3,8	1,9	3,6	1,8
1/6	2	3,5	1,8	4	2
	4	4	2	4,4	2,2
1/4	2	5	2,5	5,2	2,6
	4	5,4	2,7	5,5	2,8
1/3	2	6	3	6,2	3,1
	4	6,6	3,3	7	3,5
1/2	2	7,6	3,8	8,4	3,2
	4	8,8	4,4	9	4,2
3/4	2	12	6	12	4,5
	4	12	6	12	6
1	2	14	7	16	6
	4	16	8	16	8
1 1/2	2	19	9,5	18	8
	4	22	11	20	9
2	2	24	12	22	10
	4	26	13		11
3	2	32	16		
	4				

NOTAS: As corrente apresentadas são valores médios. Pode haver pequenas variações em função do fabricante do motor.

Campos em branco são motores praticamente não encontrados no mercado

### CORRENTE NOMINAL DOS MOTORES MONOFÁSICOS DE USO RURAL (IP54)

POTENCIA (HP)	POLOS	CORRENTE NOMINAL (A)				
		110V	220V	254V	440V	508V
1	2					
	4	11,6	5,8	5,2	2,9	2,51
1 1/2	2	15	7,5	6,5	3,8	3,3
	4	15	7,5	6,5	3,8	3,3
2	2	19	9,5	8,2	4,8	4,1
	4	19	9,5	8,2	4,8	4,1
3	2	26	13	11,3	6,5	5,6
	4	30	15	13	7,5	6,5
4	2		18	15,6	9	7,8
	4		19	16,5	9,5	8,3
5	2		23	20	11,5	10
	4		25	21,7	12,5	10,9
7 1/2	2		34	29,4	17	14,7
	4		34	29,4	17	14,7
10	2		42	36,4	21	18,2
	4		46	39,8	23	20
12 1/2	2		58	50,2	29	25
	4		56	46,5	28	24,2

NOTAS: As corrente apresentadas são valores médios. Pode haver pequenas variações em função do fabricante do motor.

Campos em branco são motores praticamente não encontrados no mercado

#### 9.4. Capacidade de condução de correntes em barras de cobre retangulares



BR 470, Km140, Número 5342 - Sl 14 - Polo Ind. de Rio do Sul  
89160-000 - Rio do Sul/SC - Fone/Fax: (47) 3521 2986  
Email/MSN: vendas.cca@cca.ind.br - Site: www.cca.ind.br



**CAPACIDADE DE CONDUÇÃO DE CORRENTE EM BARRAS DE COBRE**

Dimensões		Capacidade em amperes (60Hz)							
mm	polegada	1 Barra nua	1 Barra pintada	2 Barras nuas II	2 Barras pintadas	3 Barras nuas III	3 Barras pintadas	4 Barras nuas III	4 Barras pintadas
13 x 1,5	1/2 x 1/16	85	95	135	150	170	190	231	258
10 x 2	3/8 x 3/32	90	105	142	164	180	210	245	285
13 x 2	1/2 x 3/32	110	125	174	196	220	250	300	340
15 x 2	5/8 x 3/32	140	155	220	245	280	310	380	420
20 x 2	3/4 x 3/32	165	180	260	284	330	350	450	490
10 x 3	3/8 x 1/8	110	125	174	196	220	250	300	340
13 x 3	1/2 x 1/8	140	155	220	245	280	310	380	420
15 x 3	5/8 x 1/8	165	180	260	284	330	360	450	490
20 x 3	3/4 x 1/8	200	220	316	348	400	440	544	596
22 x 3	7/8 x 1/8	230	256	363	403	480	510	625	693
25 x 3	1 x 1/8	260	285	410	450	520	570	707	775
50 x 3	1.1/4 x 1/8	310	350	490	553	620	700	843	952
40 x 3	1.1/2 x 1/8	365	410	576	648	730	820	993	1115
44 x 3	1.3/4 x 1/8	420	480	684	727	840	920	1142	1251
50 x 3	2 x 1/8"	465	530	734	837	930	1080	1265	1440
13 x 4	1/2 x 5/32	165	180	260	284	330	360	450	490
20 x 4	3/4 x 5/32	230	255	363	403	460	510	625	693
25 x 4	1 x 5/32	295	325	466	513	590	650	802	884
30 x 4	1.1/4 x 5/32	350	395	553	624	700	790	952	1074
40 x 4	1.1/2 x 5/32	405	455	640	720	810	910	1100	1237
50 x 4	2 x 5/32	520	600	820	948	1040	1200	1414	1632
20 x 5	3/4 x 3/16	250	275	395	435	500	550	680	748
22 x 5	7/8 x 3/16	290	320	458	505	580	640	790	870
25 x 5	1 x 3/16	320	360	506	549	640	720	870	979
30 x 5	1.1/4 x 3/16	385	435	608	687	770	870	1047	1183
40 x 5	1.1/2 x 3/16	450	500	710	790	900	1000	1224	1360
50 x 5	2 x 3/16	575	655	908	1055	1150	1510	1564	1780
60 x 5	2.1/2 x 3/16	695	785	1098	1240	1390	1570	1890	2135
80 x 5	3 x 3/16	815	910	1287	1438	1630	1820	2217	2475
100 x 5	4 x 3/16	1050	1185	1660	1872	2100	2370	2856	3223
25 x 6	1 x 1/4	375	420	592	663	750	840	1020	1142
32 x 6	1.1/4 x 1/4	455	505	720	798	910	1010	1237	1373
40 x 6	1.1/2 x 1/4	530	610	837	964	1080	1220	1440	1460
50 x 6	2 x 1/4	670	750	1058	1185	1340	1500	1822	2040
60 x 6	2.1/2 x 1/4	810	906	1280	1430	1620	1810	2203	2460
80 x 6	3 x 1/4	950	1045	1900	1950	1900	2090	2584	2842
100 x 6	4 x 1/4	1230	1380	1943	2130	2460	2760	3346	3753
127 x 6	5 x 1/4	1480	1685	2338	2662	2950	3370	4023	4563
152 x 6	6 x 1/4	1735	1920	2740	3033	3470	3840	4720	5222
203 x 6	8 x 1/4	2230	2435	3523	3847	4460	4870	6065	6623
40 x 8	1.1/2 x 5/16	595	675	940	1085	1190	1350	1618	1834
50 x 8	2 x 5/16	755	865	1193	1366	1510	1730	2053	2353
60 x 8	2.1/2 x 5/16	915	1025	1448	1620	1830	2050	2490	2796
80 x 8	3 x 5/16	1070	1210	1690	1912	2140	2420	2910	3290
100 x 8	4 x 5/16	1370	1540	2164	2433	2740	3080	3726	4190
120 x 8	4.3/4 x 5/16	1590	1810	2512	2840	3180	3820	4325	4923
25 x 10	1 x 3/8	480	540	758	853	960	1080	1305	1470
40 x 10	1.1/2 x 3/8	690	780	1090	1232	1390	1560	1877	2122
50 x 10	2 x 3/8	840	940	1327	1485	1680	1880	2285	2557
60 x 10	2.1/2 x 3/8	1010	1110	1596	1754	2080	2220	2747	3020
76 x 10	3 x 3/8	1180	1330	1864	2100	2380	2660	3210	3617
100 x 10	4 x 3/8	1510	1720	2386	2717	3020	3440	4107	4676
120 x 10	4.3/4 x 3/8	1750	1935	2765	3057	3800	3870	4780	5263
130 x 10	5.15/16 x 3/8	2120	2335	3294	3690	4240	4670	5766	6350
152 x 10	6 x 3/8	2140	2385	3380	3720	4260	4710	5620	6405
160 x 10	6.5/16 x 3/8	2240	2480	3540	3870	4480	4900	6093	6684
200 x 10	7.7/8 x 3/8	2750	3080	4345	4866	5500	6180	7480	8377
25 x 13	1 x 1/2	575	658	908	1055	1150	1310	1564	1780
50 x 13	2 x 1/2	990	1090	1584	1722	1980	2180	2865	2965
76 x 13	3 x 1/2	1390	1580	2180	2465	2760	3120	3753	4243
100 x 13	4 x 1/2	1760	1945	2780	3073	3520	3820	4787	5290
152 x 13	6 x 1/2	2490	2790	3934	4408	4980	5580	6773	7590
203 x 13	8 x 1/2	3195	3565	5048	5632	6390	7130	8638	9697
254 x 13	10 x 1/2	3875	4325	6122	6833	7750	8650	10540	11765
80 x 15	3 x 5/8	1570	1785	2480	2820	3140	3570	4270	4855
100 x 15	4 x 5/8	1990	2190	3144	3460	3980	4380	5413	5957
120 x 15	4.3/4 x 5/8	2300	2515	3634	3973	4600	5030	6256	6840
150 x 15	5.15/16 x 5/8	2780	3075	4392	4856	5560	6150	7560	8364
160 x 15	6.5/16 x 5/8	2930	3240	4630	5120	5660	6480	7970	8813
200 x 15	7.7/8 x 5/8	3540	3950	5593	6240	7080	7900	9630	10744

### 9.3. Capacidade de condução de corrente de condutores de cobre

Capacidade de corrente em condutores de cobre dentro de eletrodutos e diâmetro dos eletrodutos

Capacidades em ampères				Condutor Secção em mm <sup>2</sup>	Número de condutores								
Para inferiores (fora de eletrodutos)		Condutores em eletrodutos ou cabos			1	2	3	4	5	6	7	8	9
2 cond.	3 cond.	2 cond.	3 cond.		Dimensão dos eletrodutos em polegadas								
19.5	17.5	17.5	15.5	1.5	1/2	1/2	1/2	1/2	1/2	1/2	1/2	1/2	1/2
26	24	24	21	2.5	1/2	1/2	1/2	1/2	1/2	3/4	3/4	3/4	3/4
35	32	32	28	4	1/2	1/2	1/2	1/2	3/4	3/4	3/4	3/4	3/4
46	41	41	36	6	1/2	1/2	1/2	3/4	3/4	3/4	3/4	1	1
63	57	57	50	10	1/2	1/2	3/4	3/4	1	1	1	1	1.1/4
85	76	76	68	16	1/2	3/4	3/4	1	1	1	1.1/4	1.1/4	1.1/4
112	101	101	89	25	1/2	3/4	1	1.1/4	1.1/4	1.1/2	1.1/2	2	2
138	125	125	111	35	3/4	1	1.1/4	1.1/4	1.1/2	2	2	2	2
168	151	151	134	50	3/4	1	1.1/4	1.1/2	2	2	2	2.1/2	2.1/2
213	192	192	171	70	3/4	1.1/4	1.1/2	2	2	2.1/2	2.1/2	2.1/2	3
258	232	232	207	95	1	1.1/4	2	2	2.1/2	2.1/2	3	3	3
299	269	269	239	120	1	1.1/2	2	2.1/2	2.1/2	3	3	3.1/2	3.1/2
344	309	309	272	150	1.1/4	2	2.1/2	2.1/2	3	3	3.1/2	3.1/2	4
392	353	353	310	185	1.1/4	2	2.1/2	3	3	3.1/2	4	4	-
461	415	415	364	240	1.1/2	2	3	3	3.1/2	4	-	-	-
526	473	473	419	300	1.1/2	2.1/2	3	3.1/2	4	-	-	-	-
631	566	566	502	400	2	2.1/2	3.1/2	4	-	-	-	-	-
725	651	651	578	500	2	3	4	-	-	-	-	-	-

Os limites de condução de corrente se referem a uma temperatura ambiente de 30°C e a uma elevação de temperatura do condutor até 70°C. Fatores de redução dos limites de condução de corrente a serem aplicados aos valores da tabela acima, quando se verificarem as seguintes condições:

Temperatura ambiente °C	Fator de redução	Nº de condutores no mesmo eletroduto ou cabo	Fator de redução
40	0.82		
45	0.71	4 – 5 ou 6	0.8
50	0.58	7 – 8 ou 9	0.7
55	0.41		

Nota: O condutor neutro não deve ser considerado como sendo um condutor adicional.

As informações apresentadas estão de acordo com a NBR5410

## 10. BIBLIOGRAFIA E CONCLUSÕES

Basicamente as informações desta apostila foram obtidas a partir dos manuais técnicos dos produtos CCA, notas de aula do Prof. Nestor Agostini e de sites da internet. Não há um livro específico que tenha sido utilizado como fonte de pesquisa. Assim sendo prefere-se omitir qualquer referência a fazê-la de forma incorreta.

Quanto a conclusões, espera-se que este trabalho tenha utilizado por profissionais, estudantes e outros interessados neste assunto. Agradecemos qualquer colaboração no sentido de aprimorar o conteúdo desta apostila.

## 11. ANOTAÇÕES DIVERSAS