

Laboratório de Instalações Elétricas

Trabalho final

Miguel de Carvalho Pachá 13/0127311
Thiago Miranda da Silva Lima 13/0135631
Thaís Sousa Cruz 16/0054621
Diego Oliveira Gonçalves 12/0115433

November 22, 2019

1 Identificação da demanda

Este trabalho projeta os circuitos de força e comando uma instalação elétrica industrial. Os circuitos alimentam e controlam um sistema de transporte de grãos. Os componentes são:

- Um controlador lógico programável.
- Uma esteira, controlada pelo motor de indução trifásico M_1 .
- Uma pá, movida pelos motores de indução trifásicos M_2 e M_3 .
- Chaves de fim de curso e sensores de peso.
- Botoeira de comando.
- Luzes indicativas.

1.1 Circuito de força

- Existe proteção contra falta de fase para todo o sistema, feita por um relé de falta de fase.
- Existe proteção contra sobrecarga para todos os motores, feita por um relé térmico.
- O motor da esteira, M_1 , gira apenas em uma direção.
- Os motores da pá, M_2 e M_3 , precisam girar nas duas direções.

1.2 Circuito das luzes indicativas

São previstas três luzes de indicação:

- Uma luz verde indica o funcionamento do motor da esteira, M_1 .
- Uma luz amarela indica o funcionamento de pelo menos um dos motores da pá, M_2 ou M_3 .
- Uma luz vermelha indica o funcionamento simultâneo dos motores da pá M_1 e M_2 .

1.3 Circuito de comando

São previstas as seguintes entradas para o circuito:

- Um botão de início de operação, denominado “LIGA”.
- Um botão de parada de emergência, denominado “EMERGÊNCIA”.
- Um sensor de peso que é acionado quando a peso dos grãos presentes na pá atinge um certo limiar. O sensor é mostrado no projeto como um botão denominado “PESO”.
- Chaves de fim de curso para a pá. A chave denominada “CFC 1” indica que a pá atingiu a posição para receber grãos, e a chave denominada “CFC 2” indica que a pá atingiu a posição para o despejo dos grãos.
- Um sensor de nível do depósito que é acionado quando o nível dos grãos no depósito atinge um certo limiar. O sensor é mostrado no projeto como um botão denominado “CHEIO”.
- Uma chave para acionar a seleção manual do motor principal da pá entre os motores M_2 e M_3 , denominada “MANUAL”
- Uma chave para escolher entre o motor M_2 (quando aberta) e M_3 (quando fechada), denominada “SELECIONA”.

2 Solução proposta sem CLP

2.1 Circuito de força

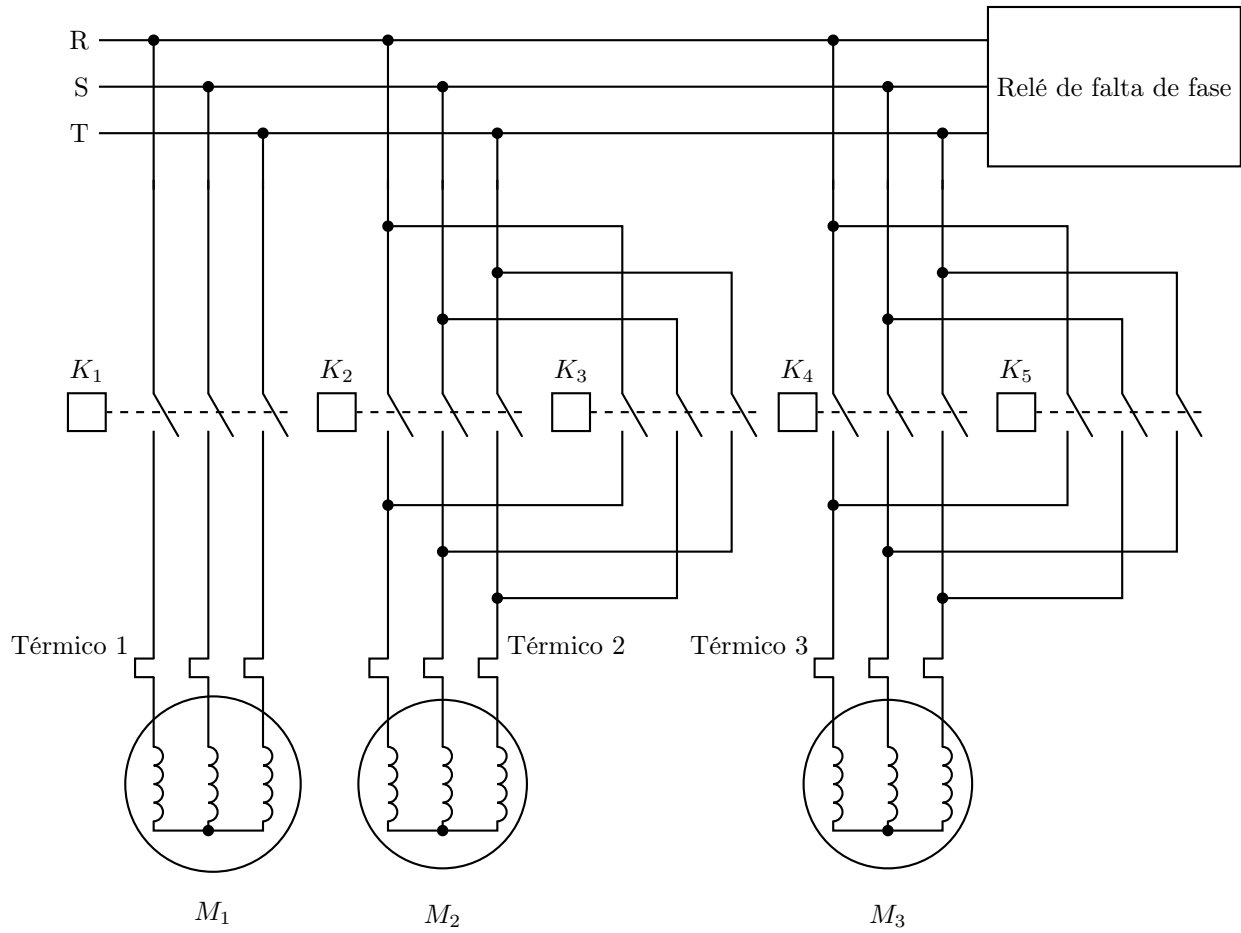


Figure 1: Circuito de força

2.2 Circuito de sinalização

- A luz verde deve ser acionada pelo funcionamento do motor M_1 ; por isso, ela é acionada por uma chave normalmente aberta de K_1 .
- A luz amarela deve ser acionada pelo funcionamento de qualquer um dos motores M_2 e M_3 ; por isso, o acionamento de qualquer um dos contadores deve acendê-la. Portanto, estão dispostas 4 chaves normalmente abertas controladas pelos contadores K_2 , K_3 , K_4 , e K_5 .
- A luz vermelha deve ser acionada com o funcionamento simultâneo de M_2 e M_3 . Portanto, a chave é acionada pela combinação de K_2 e K_4 (ambos motores em uma direção) em série em paralelo com a combinação de K_3 e K_5 (ambos motores na outra direção).

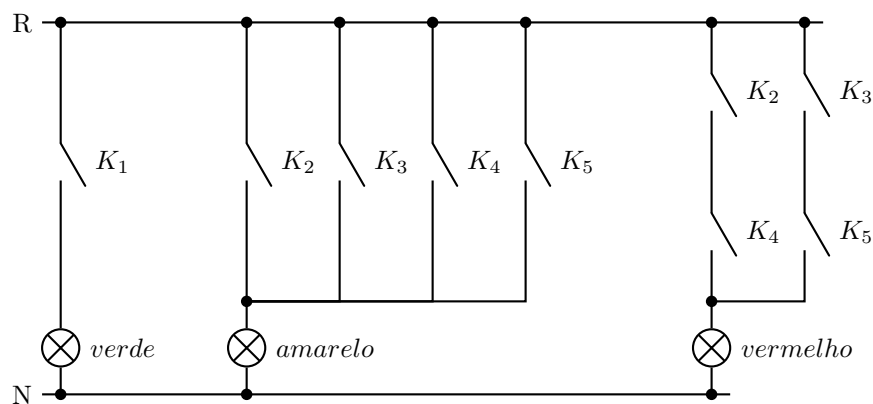


Figure 2: Circuito de sinalização

2.3 Circuito de comando

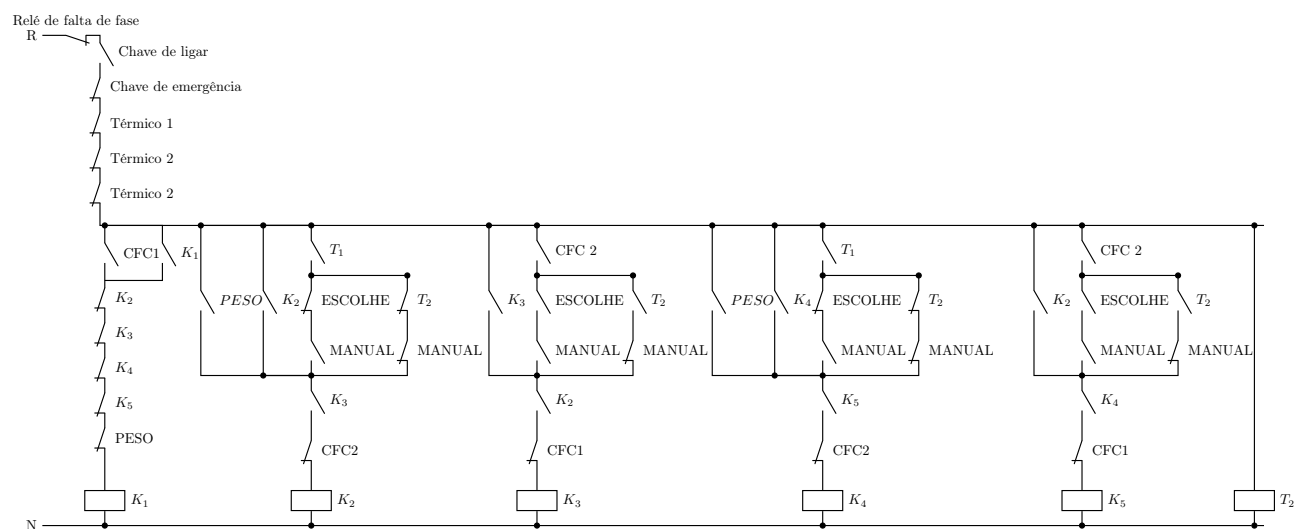


Figure 3: Circuito de comando sem CLP

3 Solução proposta com CLP

A lógica da operação do sistema é implementada com um controlador lógico programável (CLP). Os circuitos de sinalização e força são os mesmos da solução anterior.

3.1 Circuito de comando

Cada um dos botões aciona uma entrada diferente do CLP, com uma exceção: como a função do botão de emergência é a mesma do sensor de nível do depósito, a saber, parar totalmente o sistema, estes foram ligados em paralelo entre si, usando apenas uma entrada do CLP.

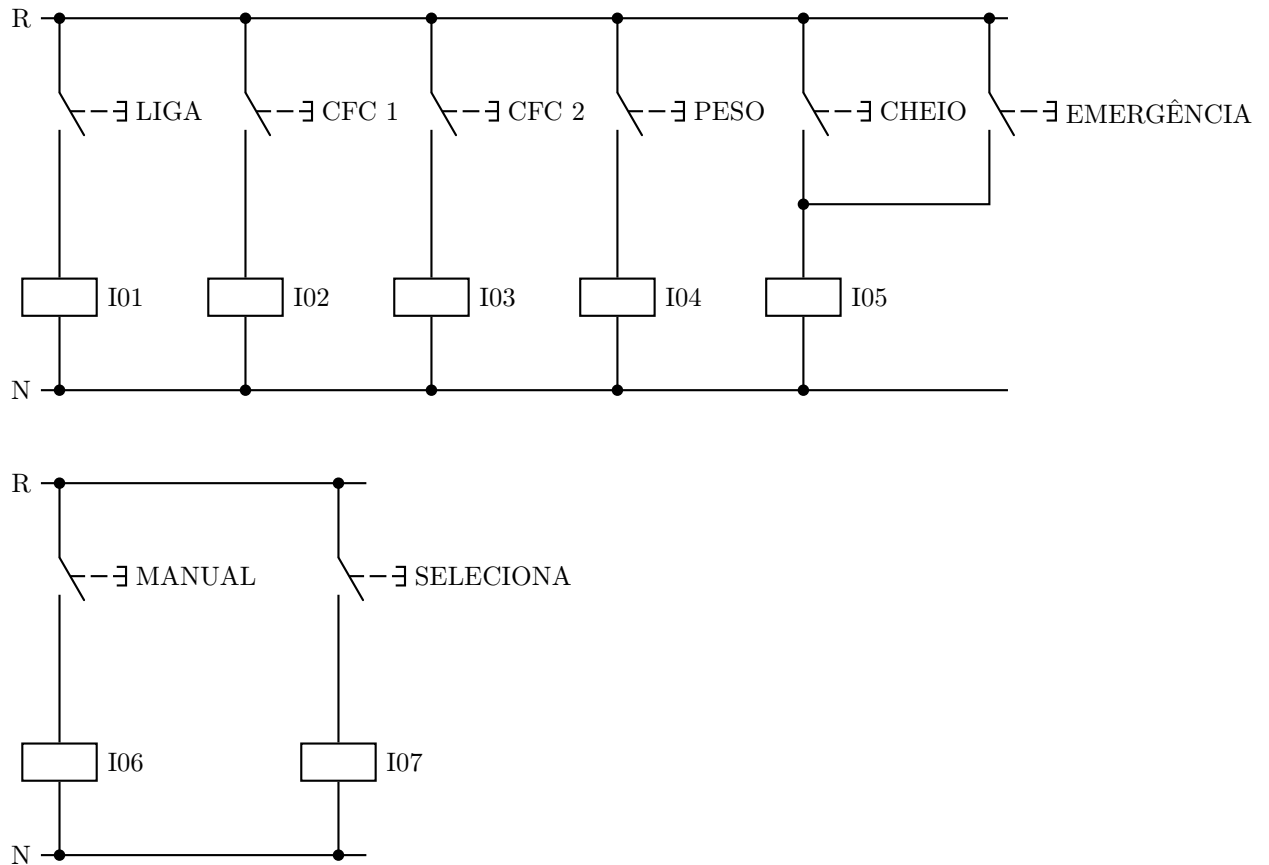


Figure 4: Circuito das entradas

3.2 Circuito de saída do CLP

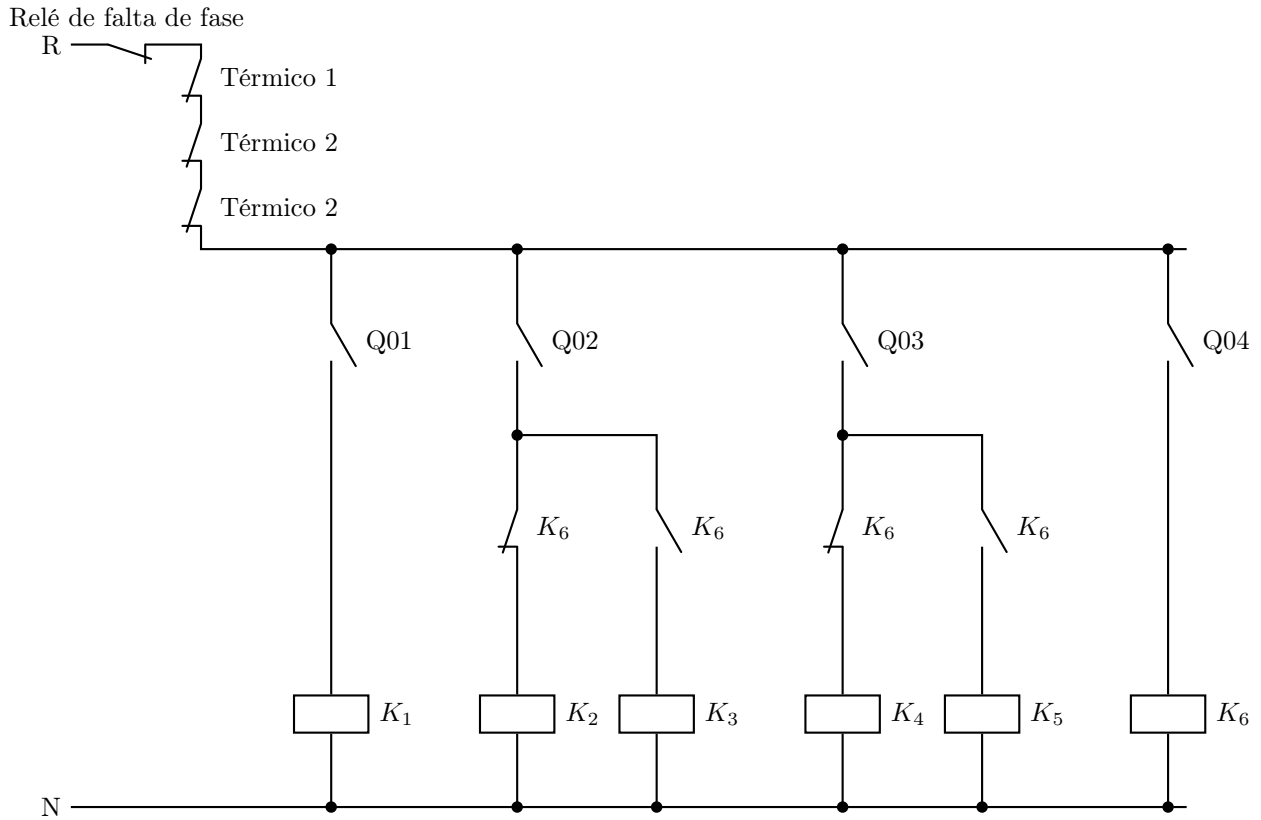


Figure 5: Circuito das saídas

4 Programação do CLP

4.1 Circuito de inicialização

- A memória M0A é usada para sinalizar que o sistema está ligado. Ela é acionada pelo botão “LIGA” é pressionado, mas apenas se a pá estiver na posição de receber grãos, indicado pela “CFC 1”. Portanto, ela é acionada pelos contatos normalmente abertos I01 e I02 ligados em série. Um contato M0A sela a ligação.

Além disso, o sistema deve ser desenergizado na parada de emergência e quando o depósito estiver cheio. Portanto, o contato normalmente fechado i05 rompe o selo.

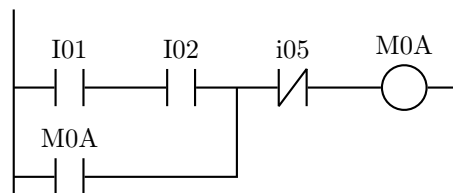


Figure 6: Programação da inicialização

4.2 Circuito do motor M_1 (saída Q01)

- A memória M0B dá a partida da esteira. Ela é acionada em duas situações: no início da operação (botão “LIGA”) ou quando a pá volta para receber mais grãos (“CFC 1”). Além disso, ela só deve ser acionada quando o sistema estiver em operação (estado da bobina M0A. Por isso, os contatos normalmente abertos I01

e I02 estão em paralelo, e ajuzante destes está um contato normalmente aberto M0A, tudo isso controlando a bobina M0B.

- A memória M01 faz a esteira parar e indica que a pá está levando os grãos Ela é acionada quando acaba o tempo de carregamento de grãos (contato normalmente fechado t02), ou pelo sensor de peso (I04). Um contato M01 cria o selo, e a chave de fim de curso que indica que a pá está despejando (CFC 2) rompe o selo com o contato normalmente fechado i03.
- O motor em si é acionado pela bobina Q01. Junto com o motor é acionado o temporizador T02, que controla o tempo de funcionamento da esteira. Este ramo é acionado pela memória M0B e possui contato de selo. O selo é rompido pelo contato normalmente abertos m01 descrito anteriormente e i05 (parada total).

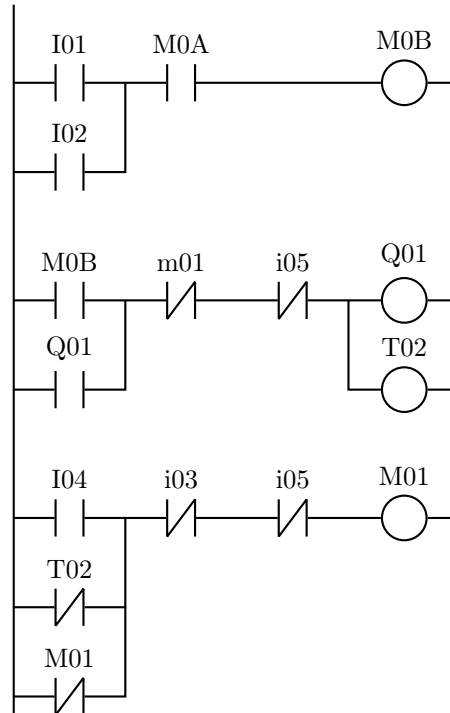


Figure 7: Lógica de controle da esteira

4.3 Escolha do motor principal da pá

A memória MOD determina qual é o motor principal, se ela está acionada, o principal é o motor M_2 , se não, o principal é o motor M_3 . Se a chave de habilitar a escolha manual (i06) não está ligada, é o sinal de T01 que determina o estado de MOD.

O timer T01 está sempre acionado e sua saída muda de estado a cada hora. Caso a chave de habilitar a escolha manual esteja ligada (I06), é a chave de seleção manual de motor principal (I07) que determina o estado de MOD.

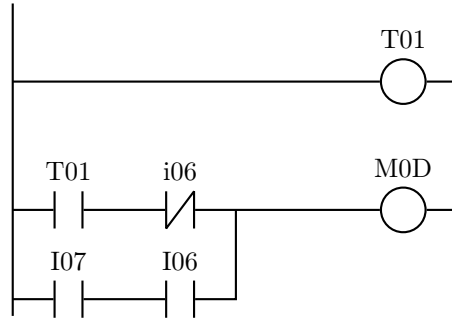


Figure 8: Lógica de escolha do motor principal.

4.4 Comando do sentido de rotação da pá (Q04)

O sentido da rotação da pá é determinado pela saída Q04: quando ela está ativa, a direção é revertida.

A reversão se dá quando a pá atinge a chave de curso CFC2, que controla I03. Para que ela não aconteça enquanto o motor ainda esteja energizado, ela é atrasada pelo o timer T03.

O fim da reversão se dá quando a pá atinge a chave de curso CFC2, indicando que ela voltou para a posição de receber grãos. Como anteriormente, isto também é atrasado por segurança, por meio do time T04.

Portanto, o ramo da reversão é acionado pelo contato normalmente aberto T03, que é selado. O selo é rompido por T04.

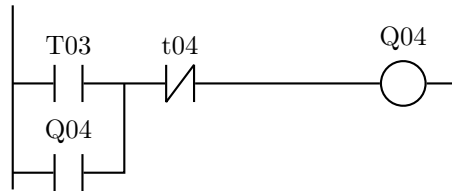


Figure 9: Lógica de escolha da direção da pá.

4.5 Comando para ligar ambos os motores por causa do peso dos grãos

Caso o sensor de peso dos grão seja ativado (I04), é preciso acionar os dois motores. A memória M34 guarda se este sensor foi ativado; este ramo é selado. O selo é rompido pelo contato normalmente fechado m3F, que, como será visto mais a frente, indica a parada dos motores da pá.

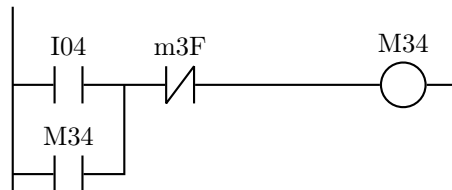


Figure 10: Circuito para acionamento de ambos motores da pá.

4.6 Comando para parar os motores

A memória M3F é usada para comandar a parada dos motores. Há três situações que podem parar os motores: caso a direção esteja revertida (Q04), pela CFC1 (I02); caso a direção não esteja revertida (q04), pela CFC2 (I03); ou, a qualquer momento, pela chave de parada total (I05).

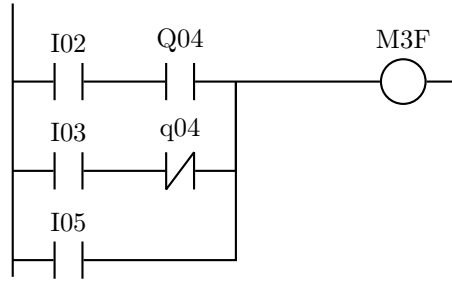


Figure 11: Circuito para a parada da pá.

4.7 Acionamento dos motores da pá

O motor M_2 é comandado pela saída $Q02$ e o motor M_3 é comandado pela saída $Q03$. O circuito de acionamento das duas bobinas é quase idêntico. Vamos descrever apenas um deles, notando onde o outro difere.

A bobina $Q01$ pode ser acionada pelo fim do tempo de espera do carregamento de grãos, dado pelo timer $T03$, ou pelo fim do despejo, que é indicado pelo timer $T03$ (que por sua vez é o sinal atrasado da $CFC2$), caso seja M_1 o motor principal (contato $m0D$; no circuito de M_2 , é o contato $M0D$). O contato é selado e o selo é rompido pelo comando de parada descrito anteriormente, $m3F$.

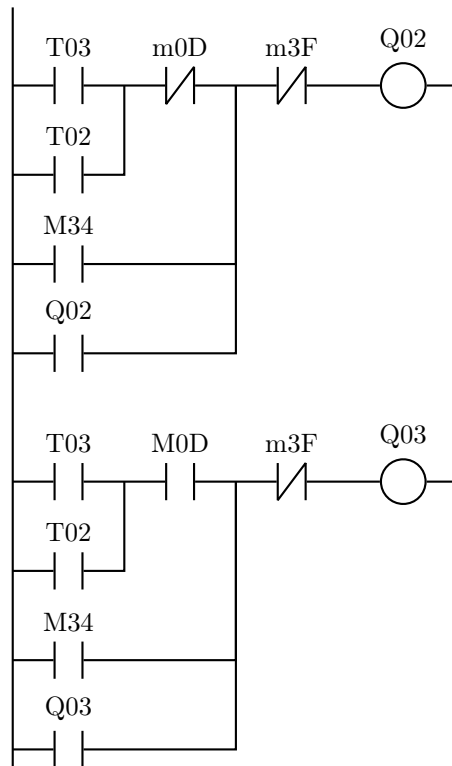


Figure 12: Circuito para acionamento dos motores da pá.

5 Implementação no laboratório

Como o CLP usado no laboratório tem apenas 6 entradas e nosso projeto precisa de 7, implementaremos no laboratório um circuito no qual a seleção do motor principal é sempre manual. Assim, utilizaremos o seguinte circuito de entrada:

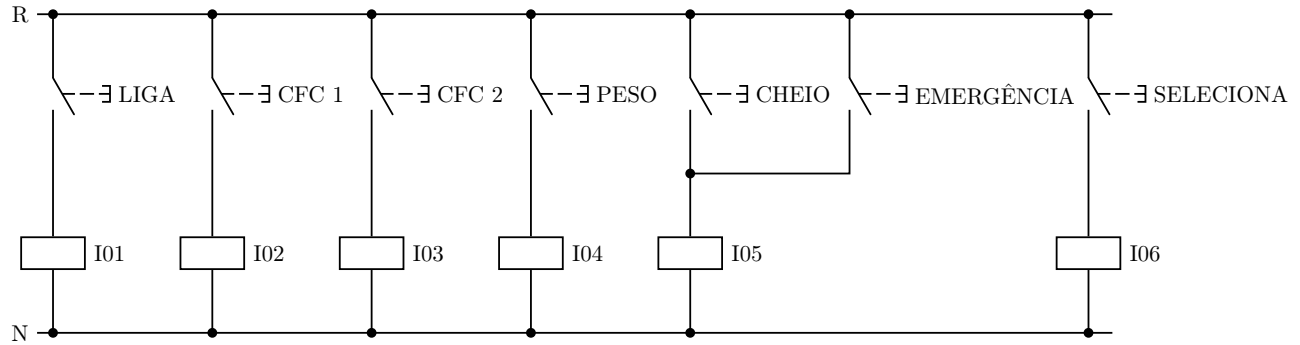


Figure 13: Circuito das entradas para implementação no laboratório

Já a programação Ladder para acionamento dos motores da esteira fica assim, com I06 substituindo MOD:

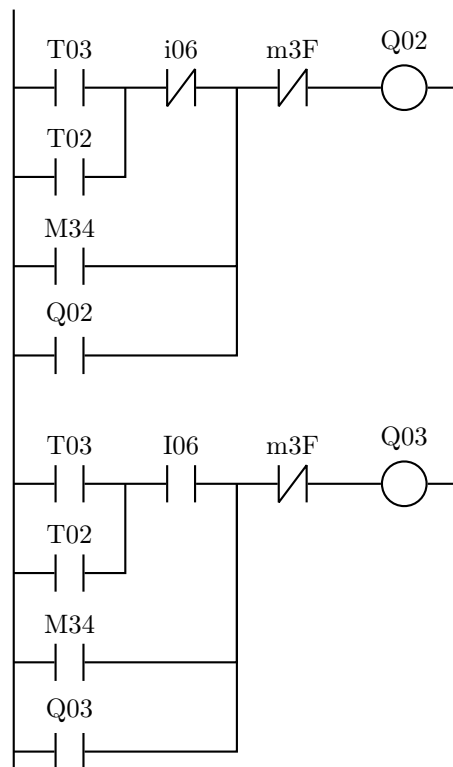


Figure 14: Lógica de escolha do motor principal e acionamento da pá para implementação no laboratório.

