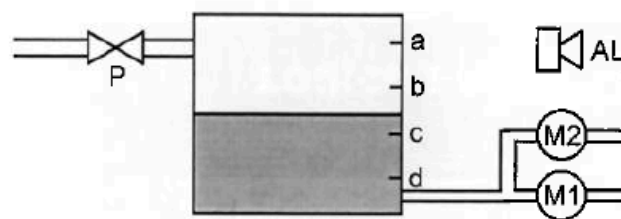


Demonstração das atividades propostas para os seguintes capítulos do livro: 3, 4 e 5.

### Capítulo 3

- 3.1) Desenhar o diagrama de interconexões elétricas físicas e o programa de controle do PLC para um sistema de reservatório composto de uma válvula de entrada P, duas bombas (acionadas por M1 e M2), um alarme AL e quatro sensores de nível (a, b, c, d), conforme a Figura 3.59.



**Figura 3.59 - Sistema de reservatório.**

As condições de funcionamento são as seguintes: se o nível for 'a', então fecha-se a válvula P. Se o nível for inferior a 'b', então abre-se a válvula P. Acima de 'b', M1 e M2 bombeiam. Abaixo de 'b', somente M1 bombeia. Abaixo de 'c', soa o alarme AL. Em 'd', nenhuma das bombas deverá funcionar.

- 3.2) Elaborar um programa PLC para controlar dois relés (R1 e R2) de tal maneira que R1 pode atuar de forma independente e R2 só pode atuar se R1 estiver ligado, mas pode continuar ligado após o desligamento de R1. Os relés são ligados pelas botoeiras L1 e L2, e são desligados pelas botoeiras D1 e D2.

3.3) Elaborar um programa PLC capaz de efetuar controle de uma prensa que é manejada por dois operários. Cada um deles utiliza um atuador que exige o emprego de ambas as mãos. A operação de prensagem realiza-se quando se põe em marcha um motor que está comandado pelo contactor R. Por razões de segurança dos operários, foi decidida a seguinte sequência de funcionamento:

- Com somente um operador, não se pode ativar a prensa;
- Com os dois operários atuando nos comandos A e B, a prensa abaixa;
- Se atua um operário, mas o outro tarda mais do que três segundos, a prensa não deve operar, e é necessário repetir a manobra;
- Se ativado o contactor R e um qualquer dos operários retirar as mãos do contato, R desativa e não volta a se ativar se o operário demorar mais do que três segundos para recolocar suas mãos no contato, caso em que deverá repetir-se a manobra por ambos os operários.

3.4) Elaborar um programa PLC para processo industrial em que uma esteira acionada pelo motor E transporta garrafas de três tamanhos (pequena, média e grande) que sensibilizam três sensores ópticos A, B, C, conforme ilustra a Figura 3.60. O processo tem início quando a botoeira L é acionada, e interrompido pela botoeira D. A seleção do tipo de garrafa é feita a partir de uma chave seletora de três posições (P, M e G). Assim, caso, por exemplo, sejam selecionadas garrafas grandes, a esteira deve parar e o alarme AL soar caso uma garrafa pequena ou média seja detectada. Após a retirada manual da garrafa indesejada, o operador deve religar o sistema em L.

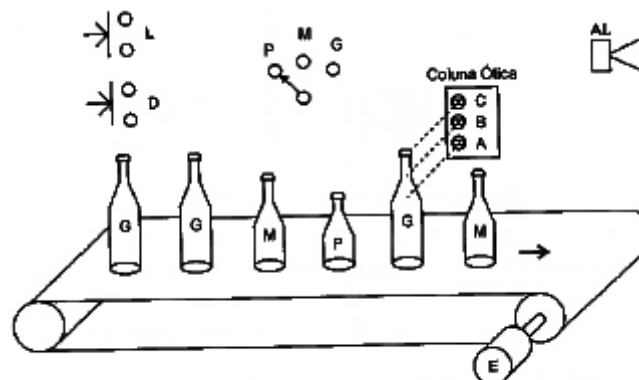
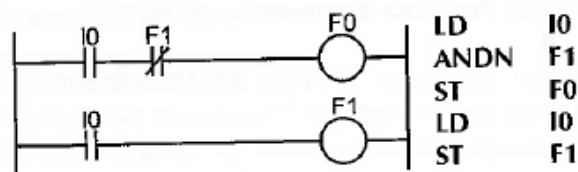


Figura 3.60 - Sistema para detecção de garrafas.

3.5) Com base no circuito apresentado na Figura 3.34 (programa para detecção de borda de subida), elabore outro programa capaz de detectar uma borda de descida.



**Figura 3.34 - Programa para detecção de borda de subida.**

- 3.6) Em uma máquina de solda, há dois elementos controlados por um PLC: um contactor (A) para fechamento do arco e um relé (E) para avanço do motor do eletrodo. Quando o operador aciona o gatilho (G), a máquina deve entrar em funcionamento, atuando primeiramente o motor e 0,5 segundo após atuar o eletrodo. No momento em que o operador solta o gatilho, uma operação reversa deve ocorrer, ou seja, primeiramente desliga-se o eletrodo e após 0,5 segundo desliga-se o motor. Com base nestas informações elabore um programa PLC para realizar tal controle.
- 3.7) Utilizando apenas um elemento temporizador, elabore um programa PLC capaz de acionar uma lâmpada de sinalização piscante com período de 2 segundos.
- 3.8) Elaborar um programa PLC capaz de interromper automaticamente o funcionamento de uma esteira transportadora de peças. A parada realiza-se sempre que um sensor óptico não detectar a passagem de uma nova peça num intervalo maior do que 5 segundos. O religamento da esteira se dá pelo comando do operador em uma botoeira. Identifique qual esquema de temporização foi utilizado na solução.
- 3.9) Utilizando-se dos recursos de contagem em PLC, elabore um programa capaz de acionar uma lâmpada sinalizadora sempre que o número de pulsos recebidos em sua entrada for múltiplo de 5 (cinco). Assim, no recebimento do quinto pulso a lâmpada acende, desligando-se no sexto; novamente acende no décimo e desliga no décimo primeiro e assim sucessivamente.
- 3.10) Implemente um programa PLC para cada uma das soluções dos exercícios de Lógica Combinacional vistos no fim do capítulo 2.

\*A questão 3.10) Não foi feita, pois aborda os conteúdos do capítulo 2. Estes não foram pedidos para esse trabalho. (podem vir a ser pedidos futuramente).

## Capítulo 4

- 4.1) Elaborar um Grafcet para comando de um semáforo rodoviário em um cruzamento no qual o tempo de passagem (sinal verde) em ambas as vias é igual a 27 segundos, e o tempo de atenção para fechamento (sinal amarelo) é de 3 segundos.
- 4.2) Elaborar um Grafcet para um dispositivo automático destinado a selecionar caixas de dois tamanhos diferentes, que se compõe de uma esteira rolante de alimentação de caixas, de um dispositivo de detecção que permite reconhecer sem ambiguidade o tipo de caixa presente, de três cilindros pneumáticos comandados por eletroválvulas, de sensores de posição para cada cilindro, sendo PI (posição inicial), PM (posição média), PF (posição final) e de duas esteiras rolantes de saída. O braço (1) empurra as caixas pequenas diante do braço (2) e este as translada sobre a esteira de saída para caixas pequenas. O braço empurra as caixas grandes diante do braço (3) e este as translada para a esteira de saída de caixas grandes. O detector (A) percebe a presença de uma caixa e o detector (B) identifica o tamanho da caixa, pois atua quando ela for do tipo grande, conforme ilustra a Figura 4.35.

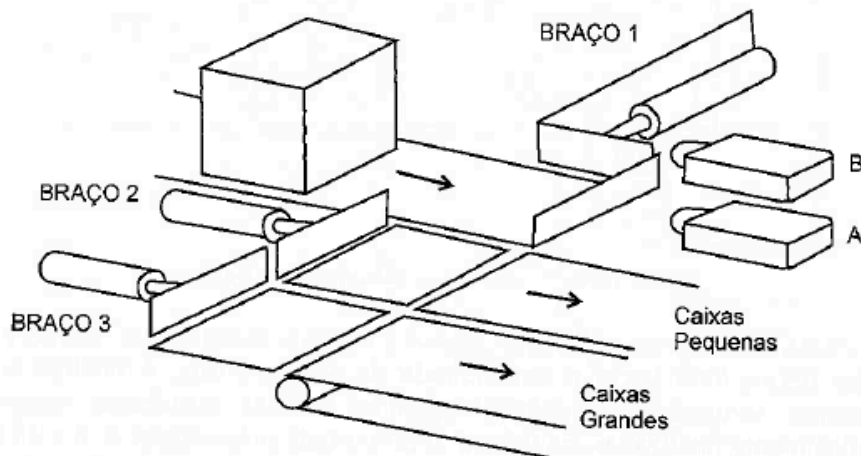


Figura 4.35 - Processo para seleção de caixas.

- 4.3) Dadas quatro etapas (E1, E2, E3 e E4), elaborar o Grafcet para atuar de forma que quando E1 e E2 estiverem ativas, se ocorrer a transição T1, ative E3 (e desative E1 e E2), mas se ocorrer a transição T2, ative E4 (e desative E1 e E2).
- 4.4) Dadas quatro etapas (E1, E2, E3 e E4), elaborar o Grafcet para atuar de forma que quando E1 estiver ativa e ocorrer a transição T1, ou quando E2 estiver ativa e ocorrer a transição T2, então ativem-se as etapas E3 e E4.
- 4.5) Dadas cinco etapas (E1 a E5), elaborar o Grafcet para atuar de forma que quando as etapas E1 e E2 ou quando as etapas E1, E3 e E4 estiverem ativas, ative-se a etapa E5 na ocorrência da transição T.

- 4.6) Elaborar um Grafcet para comandar um sistema com partilha de recursos conforme ilustrado na Figura 4.36. Um carro de transporte de peças deve atender a dois grupos de operários situados em diferentes posições (A e B).

Se um operário localizado em A pressionar a botoeira P1, o carro I deve efetuar o trajeto ACA. Se um operário localizado em B pressionar a botoeira P2, o carro II deve efetuar o trajeto BCB. Os comandos só serão aceitos se os carros estiverem na respectiva posição de repouso. O acionamento do carro I é feito por M1 para a direita e M2 para a esquerda. O acionamento do carro II é feito por M3 para a direita e M4 para a esquerda. O atuador V1 controla o destino do carro, e quando  $V1=0$ , implica que o carro efetua o percurso AC, e quando  $V1=1$ , implica que o carro efetua o percurso BC. Como a parte final do percurso é partilhada pelos dois carros, terá de existir exclusão mútua no acesso ao percurso DC. Assim, quando atingirem a zona D, os carros só poderão avançar se o percurso DC estiver livre.

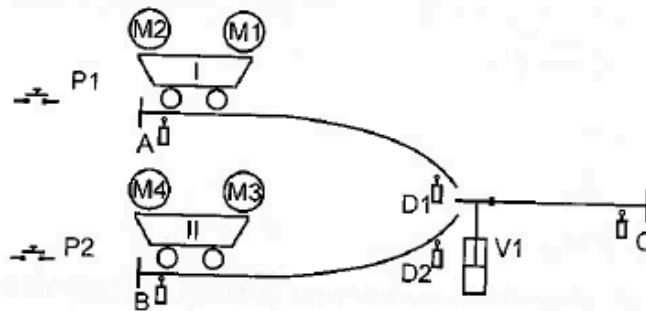


Figura 4.36 - Diagrama funcional para carro com partilha de recursos.

- 4.7) Elaborar um Grafcet para uma máquina de imprimir cartazes, conforme indica a Figura 4.37. O rolo 1, que contém tinta fornecida pelo dispositivo ligado ao pistão W, arrasta o papel quando o rolo 2 sobe acionado pelo pistão V (o ponto O é fixo). Assim, quando o ressalto do rolo 1 aciona o sensor 'a', V é ativado, pressionando o papel contra o rolo 1. Quando o sensor 'a' é liberado, inicia-se o processo de impressão, ativando o pistão W. O fornecimento de tinta continua até o ressalto do rolo 1 acionar o sensor 'b'. Nesse momento, o pistão V é desativado, permitindo que o rolo 2 liberte o papel. Simultaneamente, é ativado o pistão Z para cortar a folha de papel. Quando o sensor 'b' for liberado, a guilhotina sobre a máquina fica pronta para um novo ciclo de trabalho.

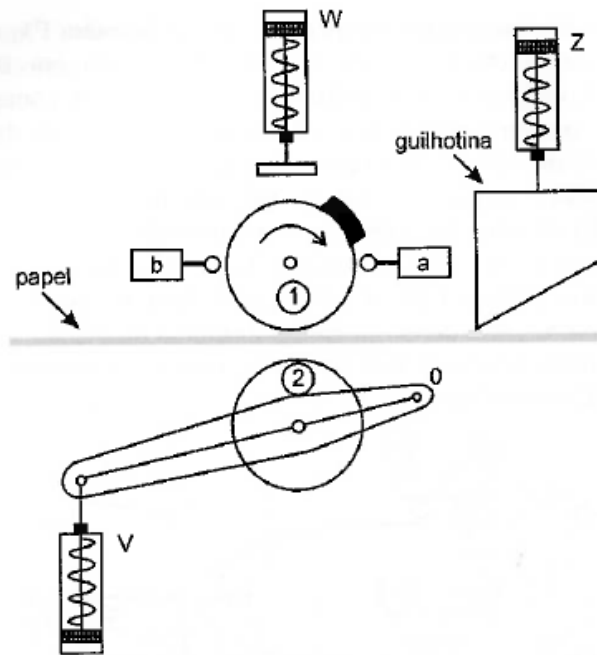


Figura 4.37 - Diagrama funcional para máquina de imprimir cartazes.

- 4.8) Reelaborar o Grafcet apresentado na Figura 4.27, de forma a tornar o exemplo da máquina dispensadora de bebidas quentes, Figura 4.26, um processo concorrente (ou seja, com paralelismo), a fim de reduzir o tempo de espera do usuário.

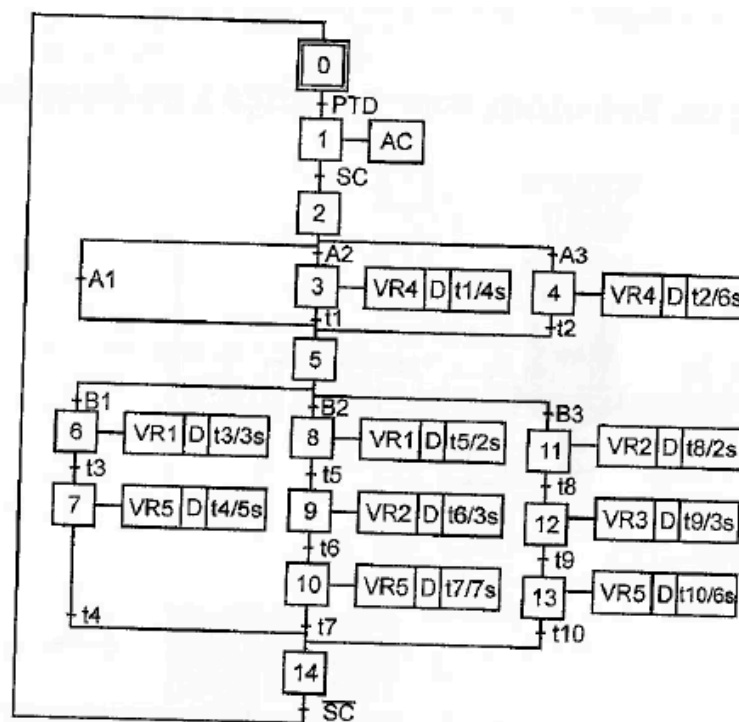
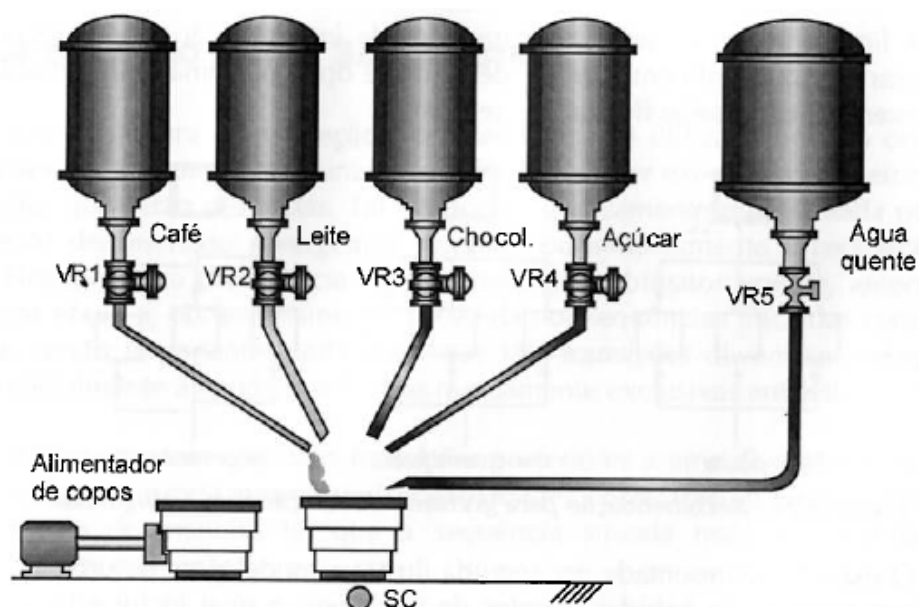
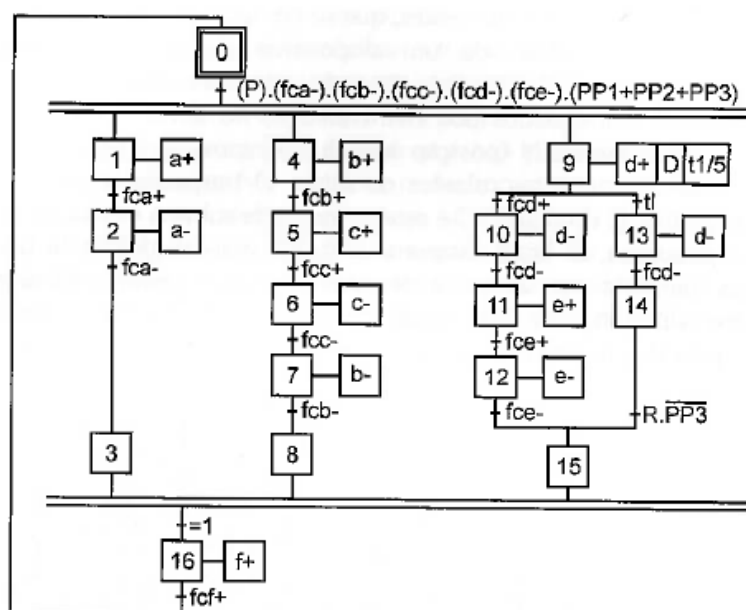


Figura 4.27 - Grafcet para máquina dispensadora de bebidas quentes.

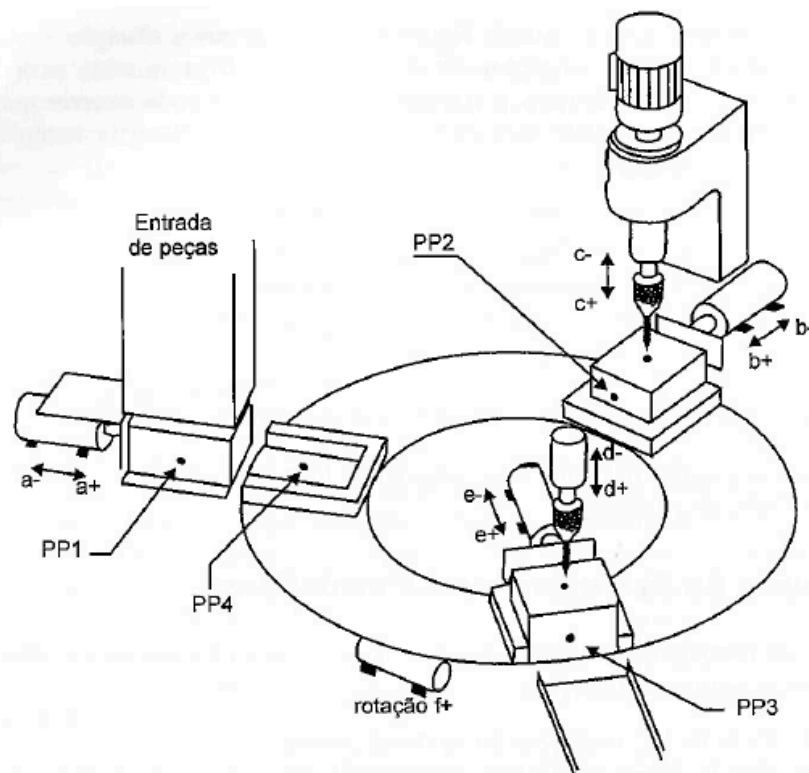


**Figura 4.26 - Máquina dispensadora de bebidas quentes.**

- 4.9) Otimizar o Grafcet apresentado na Figura 4.34 de forma a evitar, no exemplo da máquina de furação, Figura 4.33, que cada uma das três estações possa operar em vazio.



**Figura 4.34 - Grafcet para máquina de furação.**



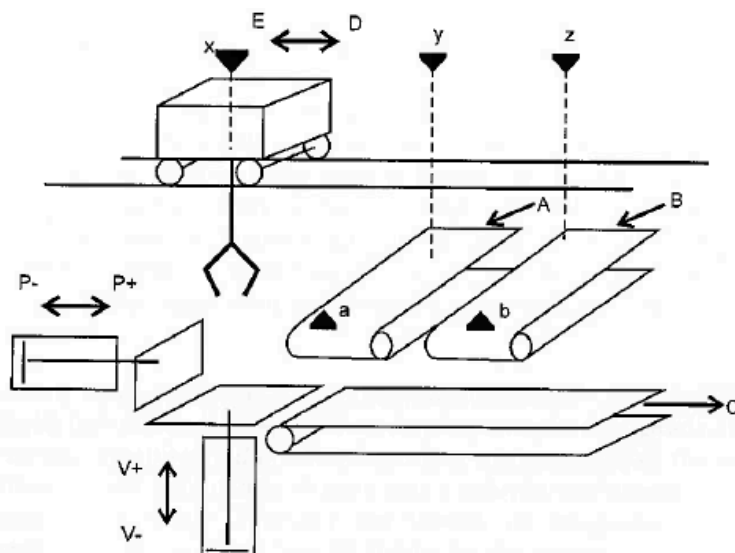
**Figura 4.33 - Máquina de furação.**

**4.10)** Elaborar um Grafcet para um sistema de transferência de peças, composto por duas esteiras de chegada (A e B), uma garra de pega (G) alojada em um carro sobre trilhos (T), dois cilindros pneumáticos (P e V) de liberação de peças e uma esteira de evacuação (C) delas. Os atuadores e sensores do sistema são os seguintes:

- ✓ **D:** Motor que aciona o carro para a direita;
- ✓ **E:** Motor que aciona o carro para a esquerda;
- ✓ **PP:** Atuador que faz a garra pegar uma peça;
- ✓ **LP:** Atuador que faz a garra soltar uma peça;
- ✓ **V+:** Eletroválvula que comanda o avanço de V;



- ✓ V-: Eletroválvula que comanda o recuo de V;
- ✓ P+: Eletroválvula que comanda o avanço de P;
- ✓ P-: Eletroválvula que comanda o recuo de P;
- ✓ x: Sensor de presença do carro na posição de repouso;
- ✓ y: Sensor de presença do carro sobre a esteira A;
- ✓ z: Sensor de presença do carro sobre a esteira B;
- ✓ a: Sensor de presença de peça na esteira A;
- ✓ b: Sensor de presença de peça na esteira B;
- ✓ spp: Sensor de peça pega pela garra;
- ✓ sv+: Sensor que indica máximo avanço do cilindro V;
- ✓ sv-: Sensor de posição de recuo total do cilindro V;
- ✓ sp+: Sensor que indica máximo avanço do cilindro P;
- ✓ sp-: Sensor de posição de recuo total do cilindro P.



**Figura 4.38 - Sistema para transferência de peças.**

Seu funcionamento consiste em verificar a presença de peça em uma das esteiras de chegada, que será então pega pela garra e transportada até a bandeja do cilindro V já previamente na posição alta. A seguir, o cilindro V desce a peça até o nível do cilindro P que, então, evacua a peça pela esteira C. Prever um sistema de prioridade de forma a não acumular peças em uma esteira.

- 4.11) Elaborar um Grafcet para uma variável de cada uma das sequências de alarme padronizado pelas normas ISA-1 e ISA-2 (consulte o apêndice A1). Realizar apenas o modelamento de uma variável, ou seja, não há necessidade de tratamento para um segundo sinal de alarme.

## Capítulo 5

- 5.1) Elabore o programa PLC em Diagrama de Contatos, sendo dado o Grafcet de um carro que se move sobre um trilho e permite, parando acima de uma cuba, limpar peças contidas em um cesto, imergindo-as em um banho de desengraxe durante 30 segundos. O carregamento e a descarga do cesto efetuam-se manualmente em posição alta. Uma ordem de partida de ciclo, bem como uma ordem de fim de descarga, é dada pelo operador por meio das botoeiras pc e fd respectivamente. O carro só pode se movimentar em posição alta. A Figura 5.19 ilustra o Grafcet proposto e a Figura 5.20 mostra o esquema funcional.

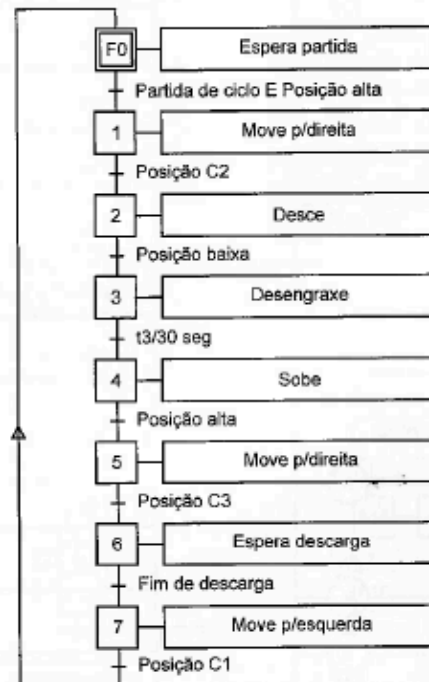


Figura 5.19 - Grafcet para o banho de desengraxe.

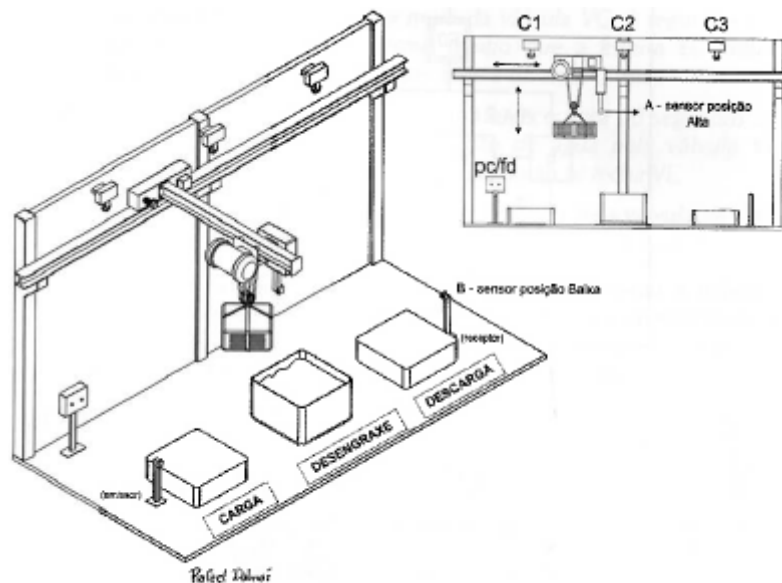


Figura 5.20 - Esquema funcional do banho de desengraxe.

- 5.2) Elabore o programa PLC em mnemônicos booleanos, sendo dados o Grafcet e o esquema funcional de uma esteira bidirecional transportadora de peças entre dois pontos A e B. Ao ser colocada manualmente uma peça sobre um dos extremos (atuando o sensor) e com a ordem de transporte T, a esteira deve levar essa peça à outra extremidade. O motor M1 realiza o movimento no sentido A→B, enquanto o motor M2 impõe o movimento no sentido B→A. Ao finalizar o transporte, deve ser atuado o alarme AL que será desligado quando for dada uma nova ordem de transporte T, ou quando for retirada a peça da esteira. As Figuras 5.21 e 5.22 ilustram o Grafcet e o esquema funcional desse processo.

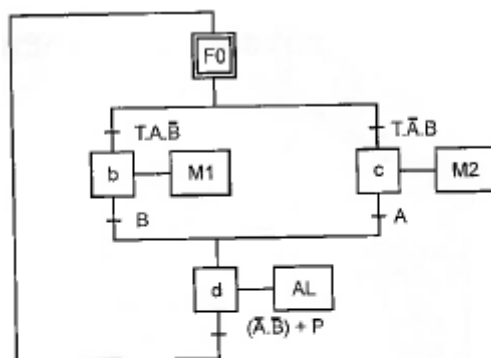


Figura 5.21 - Grafcet para esteira bidirecional.

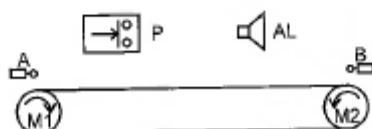


Figura 5.22 - Esquema funcional da esteira bidirecional.

- 5.3) Elabore o programa PLC, sendo dados o esquema funcional e o Grafcet de uma estação para produção de concreto apresentados pelas Figuras 5.23 e 5.24, cujo ciclo de operação é descrito em seguida.

Quando o operador inicia o ciclo pela ordem de partida manual (P), o número de misturas (1 ou 2) é lido pela posição da chave N, bem como é lido o tipo de cimento (C1 ou C2) pela posição da chave TC. O tanque balança A é então carregado com o agregado tipo A1 na quantidade  $a_1$  e, a seguir, carregado com o agregado tipo A2 na quantidade  $a_2$ , sendo o peso final na balança igual a  $(a_1 + a_2)$ . A mistura pode comportar tanto o cimento C1 na quantidade  $c_1$ , como o cimento C2 na quantidade  $c_2$ . Ambas as balanças cheias, alimenta-se o misturador M. O misturador, posto em marcha desde o início do ciclo, é alimentado da seguinte forma:

- ✓ A balança A é esvaziada pela válvula VA, ao mesmo tempo que a esteira EA entra em funcionamento, até 15 segundos após a balança A estar vazia.

- ✓ A balança C é esvaziada por meio da válvula VC, 6 segundos depois da abertura de VA, ao mesmo tempo que a esteira EC entra em funcionamento, até 13 segundos após a balança C estar vazia.
- ✓ Quando as esteiras param, a mistura a seco dura 10 segundos e, em seguida, é inicializada a alimentação de água pela válvula VL. A mistura com líquido dura 50 segundos, então se fecha VL.
- ✓ Finalmente, a mistura de concreto é esvaziada pela válvula VS durante 20 segundos.

O ciclo é então repetido uma segunda vez caso N assim o indique. O sistema efetua então uma lavagem do misturador pela alimentação de água durante 30 segundos e, com o posterior esvaziamento por 10 segundos, quando então o misturador é esvaziado.

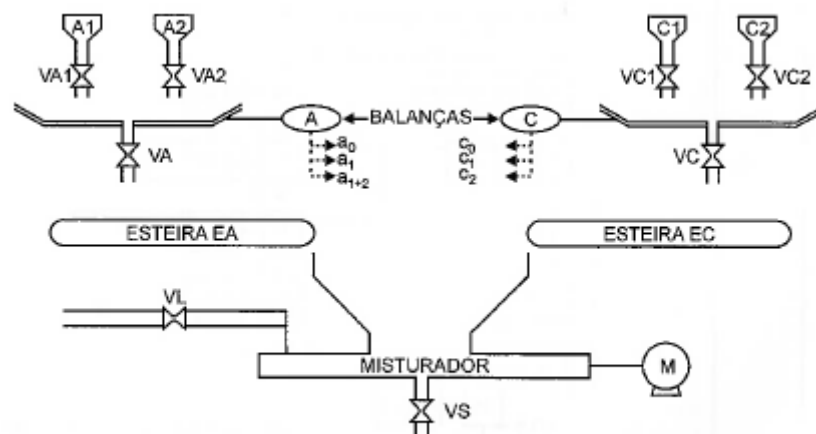


Figura 5.23 - Esquema funcional da estação de produção de concreto.

Considerar TC como uma chave de três posições, sendo "0" a posição de repouso, e considerar que a chave N, sem estar atuada, indica que o número de misturas deve ser igual a 1.

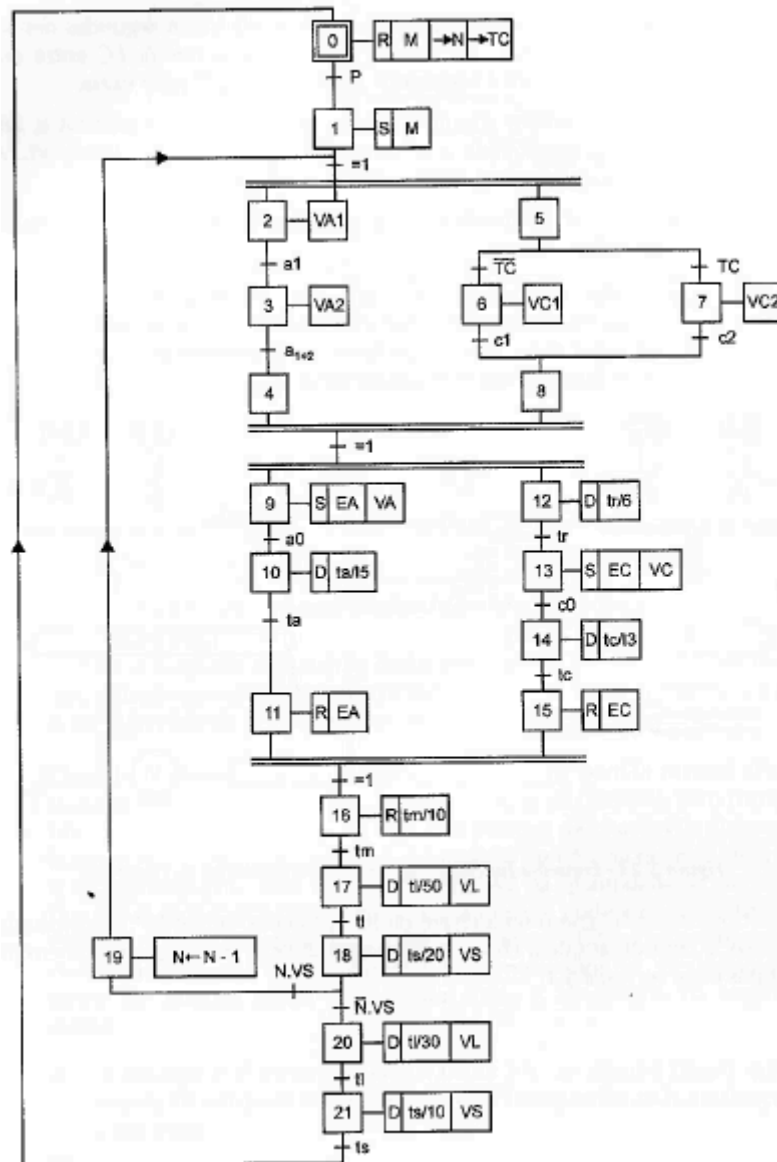


Figura 5.24 - Grafet para estação de produção de concreto.

- 5.4) Elabore o programa PLC para implementar o controle em uma máquina de enchimento de latas composta por três estações, as quais realizam, sequencialmente, a dosagem com xarope (X), o enchimento com água (A) e a colocação da tampa (T) em cada lata. As latas são transportadas sobre *pallets* igualmente espaçados entre si, e o acionamento da esteira transportadora é realizado por controle próprio, o qual efetua interrupções periódicas a fim de permitir o correto posicionamento e operação nas latas em cada uma das estações. O sensor PP identifica a presença de um novo *pallet*, enquanto o sensor PL identifica a presença de uma lata na primeira estação (dosagem com xarope). Como pode haver *pallets* sem lata, o controle prevê a não operação das estações que não tiverem lata, o que leva a um Grafcet com uma estrutura de transição terminal denominada 'fundo de poço', conforme é apresentado na Figura 5.25. A Figura 5.26 ilustra o esquema funcional da máquina.

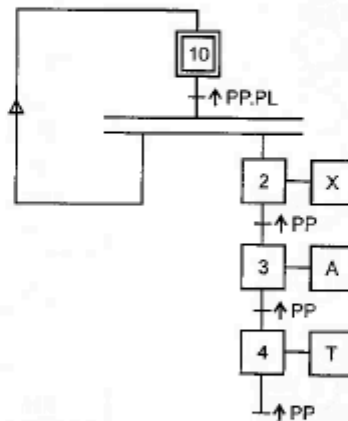


Figura 5.25 - Grafcet para máquina de enchimento de garrafas.

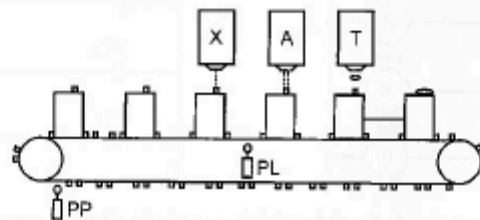


Figura 5.26 - Esquema funcional da máquina de enchimento de garrafas.

- 5.5) Obter o Grafcet tecnológico implementado pelo diagrama de contatos ilustrado pela Figura 5.27, sabendo que ele foi elaborado a partir da metodologia descrita no capítulo 5.

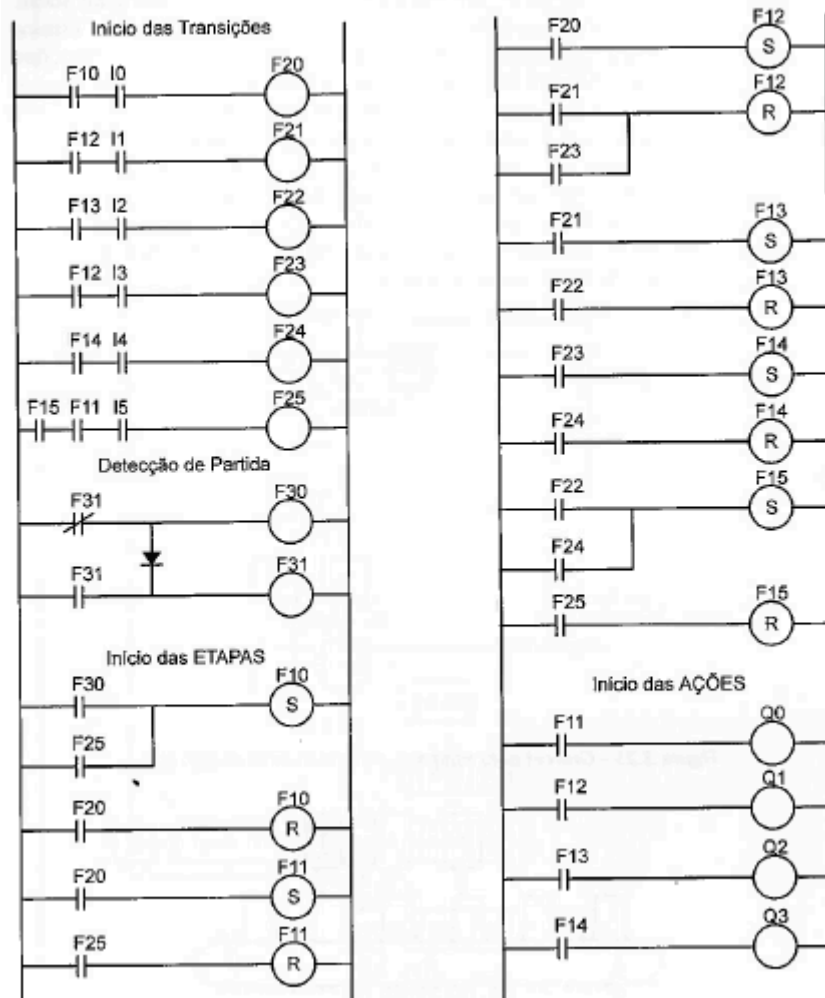


Figura 5.27 - Diagrama de Contatos obtido a partir do Grafcet a ser determinado.

- 5.6) Faça o programa PLC para implementar o controle proposto pelo problema do exercício 4.1.
- 5.7) Faça o programa PLC para implementar o controle proposto pelo problema do exercício 4.2.
- 5.8) Faça o programa PLC para implementar o controle proposto pelo problema do exercício 4.6.
- 5.9) Faça o programa PLC para implementar o controle proposto pelo problema do exercício 4.7.
- 5.10) Faça o programa PLC para implementar o controle proposto pelo problema do exercício 4.10.
- 5.11) Elabore um programa PLC para implementar o controle de um painel de alarmes que monitora quatro variáveis (A, B, C e D). A sequência deve obedecer ao padrão ISA-4A descrito no Apêndice A1.

Link para repositório no Github (repositório público):

<https://github.com/felipebfava/Automacao>

[https://github.com/felipebfava/Automacao/tree/main/Projetos\\_CLP/Quest%C3%B5es%20Livro](https://github.com/felipebfava/Automacao/tree/main/Projetos_CLP/Quest%C3%B5es%20Livro)