

---

## Exercícios

**1.1:** Sejam as proposições:

$p$ : O motor está ligado.

$q$ : A botoeira foi pressionada.

Escreva as sentenças verbais que estão representadas pelas proposições abaixo:

- a)  $p \leftrightarrow q$
- b)  $\neg p \vee \neg q$
- c)  $\neg (\neg p \rightarrow q)$
- d)  $(p \wedge \neg q) \rightarrow \neg q$

**1.2:** Apresente a negação das sentenças a seguir:

- a) A botoeira está pressionada, mas o interruptor não está fechado.
- b) O motor está energizado, mas não está girando.
- c) Não é verdade que o motor é acionado se, e somente se, a chave estiver ativada.
- d) Se a botoeira de acionamento for pressionada e a de desligamento for mantida desativada, então o motor irá ligar.

**1.3:** Classifique as proposições a seguir em tautológica, contradição ou contingente.

- a)  $p \vee \neg q \rightarrow (p \rightarrow \neg q)$
- b)  $((p \rightarrow q) \leftrightarrow q) \rightarrow p$

**1.4:** Verifique a validade das sentenças a seguir:

- a) Se a esteira não está funcionando, então o sensor está bloqueado. Mas o sensor não está bloqueado. Isto implica que a esteira está funcionando.
- b) Se a esteira está funcionando, então o interruptor está acionado e o sensor não está bloqueado. Isto equivale dizer que se o interruptor não está acionado ou o sensor está bloqueado, então a esteira não está funcionando.

**1.5:** Verifique a validade dos argumentos:

- a) Se a temperatura e a umidade estão na faixa recomendada, então o processo de desidratação será bem-sucedido. Ora, o processo não foi bem-sucedido. Logo, a umidade não estava na faixa recomendada.
- b) Se a peneira está em funcionamento, então o botão desliga não foi pressionado. Sendo assim, como o botão desliga não foi pressionado, então a esteira também está acionada. Por sua vez, se a esteira está acionada, então o motor está girando. Logo, se o motor não está girando, a esteira não está girando e a peneira não está funcionando.

**1.6:** Sejam as proposições simples:

$p$ : A botoeira está pressionada.

$q$ : O motor está ligado.

$r$ : A esteira está funcionando.

Escreva as sentenças verbais que estão representadas pelas proposições abaixo:

- a)  $\neg p \wedge q \rightarrow r$
- b)  $\neg p \vee \neg (q \wedge r)$
- c)  $(r \rightarrow q) \leftrightarrow p \wedge q$

**1.7:** Utilizando as proposições da questão anterior, para a proposição  $P : (\neg p \wedge r) \rightarrow q$ , escreva:

- a) Recíproca:
- b) Contrapositiva:
- c) A recíproca e a contrapositiva são equivalentes? Justifique.

**1.8:** Apresente a negação das sentenças a seguir.

**Nota:** Não utilizar não é verdade que, é falso dizer que, ou outros similares.

- a) Se o motor está acionado, mas não está girando, então o eixo está bloqueado ou a bobina está queimada.
- b) Se o motor está parado, então ou a temperatura está acima do limite ou a emergência foi ativada.

**1.9:** Demonstre a equivalência entre as proposições compostas  $P$  e  $Q$  através da tabela verdade e álgebra de proposições:

$$P : p \wedge \neg q \rightarrow \neg r, \quad Q : r \rightarrow (p \rightarrow q)$$

**1.10:** Verifique a validade das sentenças a seguir mediante tabela verdade:

- a) Se a chave A está ligada e a B desligada, então o motor é acionado. Mas o motor está acionado e a chave A está desligada. Logo, se o motor não está acionado, a chave B está ligada.
- b) Se peças estão em movimento, então a esteira está funcionando e o forno está desligado. Caso o forno esteja ligado ou a esteira não esteja funcionando, um alarme é habilitado. Mas, em um dado instante, as peças estão paradas e o alarme está desativado. Isto implica que as peças estão em movimento se, e somente se, o forno está desligado.

---

## Exercícios

**2.1:** Assinale a(s) alternativa(s) correta(s), no que se refere aos conceitos da indústria:

- a) Os insumos das indústrias de manufatura são provenientes das indústrias de processamento.
- b) O usuário doméstico poderá ser consumidor dos itens produzidos pelas indústrias de processamento, como, por exemplo, o papel produzido pelas empresas de celulose.
- c) As indústrias de processamento possuem fundamentalmente dispositivos para efetuar a instrumentação e o controle das variáveis de produção.
- d) O sensoriamento, atuação e o controle dos equipamentos de uma planta industrial compreendem os níveis 1 e 2 da pirâmide de automação.

**2.2:** Assinale a(s) alternativa(s) incorreta(s), no que se refere aos conceitos da automação rígida e flexível:

- a) Em uma indústria automobilística, é mais comum encontrar um sistema de automação flexível devido à necessidade de adaptação aos novos modelos a serem produzidos.
- b) Um sistema de automação flexível possui uma sequência de operação simples, uma vez que sua programação deverá ser reconfigurada a cada alteração da planta.
- c) Em uma planta industrial, os sistemas de automação rígida ou flexível podem operar conjuntamente, sem prejuízos ao produto final.
- d) O alto investimento de um sistema de automação rígido é compensado por seu volume de produção.

**2.3:** Assinale a(s) alternativa(s) correta(s), no que se refere a comandos elétricos:

- a) Os objetivos são apresentar a separação da lógica de comando e ressaltar o circuito de acionamento de cargas (ou circuito de potência).
- b) Os dispositivos de manobra são utilizados para oferecer proteção aos equipamentos.
- c) A proteção de curto-circuito é destinada à resposta rápida de um falha.
- d) Um circuito seccionador não poderá ser utilizado somente no circuito de comando, para garantir a proteção no circuito de potência.

**2.4:** Assinale a(s) alternativa(s) incorreta(s), no que se refere a sistemas sequencial e combinatório:

- a) As saídas de um sistema combinatório somente dependem dos estados lógicos de suas variáveis de entrada.
- b) Um sistema sequencial destaca-se pela possibilidade de armazenar valores lógicos passado das variáveis de entrada e de saída.
- c) Em um processo qualquer, o controle sequencial se caracteriza pela precedência de eventos, os quais ocorrem segundo uma ordem predeterminada. Ao finalizar a sequência de eventos, por regra, o processo é finalizado.
- d) Um sistema digital composto por uma combinação de portas lógicas é considerado um sistema combinatório.

**2.5:** Assinale a(s) alternativa(s) correta(s), no que se refere a circuitos de comandos elétricos:

- a) A prioridade de acionamento em circuitos de retenção é analisada através do estado da saída, após o desacionamento mútuo das entradas.
- b) Um circuito de intertravamento com adição de um circuito de selo é utilizado em um acionamento de motor elétrico com inversão de rotação, com o intuito de impedir a ligação em ambos sentidos simultaneamente, bem como possibilitar a utilização de botoeiras de comando, ao invés de chaves interruptoras.
- c) Em um circuito de prioridade de primeira ação, o acionamento de uma saída somente poderá ocorrer após o acionamento da saída que a antecede. Caso isso seja respeitado, essa é acionada, desabilitando a anterior.
- d) Os contatores com atraso na ligação são acionados após transcorrer o tempo programado.

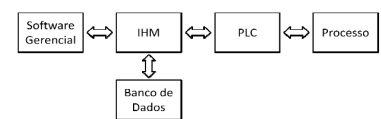
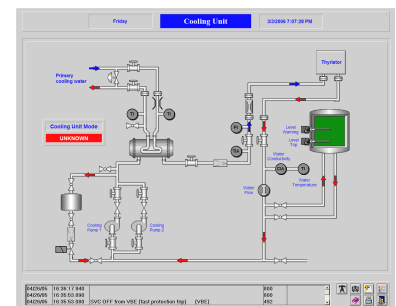


Figura 2.1: Exercício 2.6.

**2.6:** O que se entende por Sistemas Supervisórios?

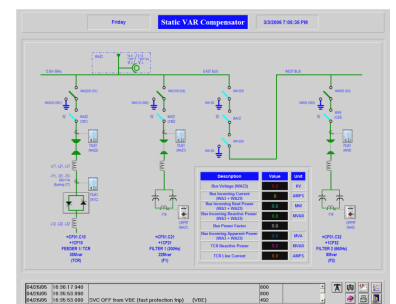
Descreva tal sistema apresentando sua relação com os softwares Gerenciais, os Bancos de Dados, o PLC e a Planta, conforme mostrado na figura abaixo. Defina e explique sucintamente os modos de operação de um sistema supervisorio. Cite pelo menos quatro etapas de planejamento deste sistema.



(a) Cabeçalho da figura a

**2.7:** Durante o processo de desenvolvimento de uma interface homem-máquina (IHM), uma série de etapas deve ser levada em consideração. As figuras abaixo representam imagens distintas de um mesmo processo. Aponte (indique por setas, circule, destaque) nas figuras no mínimo quatro etapas e descreva sua função em um sistema supervisorio.

Ainda no contexto de sistemas supervisórios, sabe-se que os operadores podem trabalhar segundo um modo de operação normal ou sob contingência. Explique, diferencie e exemplifique cada um deles.



(b) Cabeçalho da figura b

Figura 2.2: Cabeçalho das subfiguras a e b

**2.8:** Com relação à associação de sistemas gerenciais e os níveis de automação industrial, tem que os sistemas SCADA e os CLPs estão associados aos nível 1 e 2 da pirâmide de automação, enquanto o PIMS e MES estão associados ao nível 3 e o ERP aos níveis 4 e 5. Neste contexto, apresente e discuta a diferença fundamental entre os sistemas PIMS, MES e ERP e o sistema SCADA.

Em adição, diferencie um sistema PIMS de um MES, através do conceito teórico/prático e dos tipos de visualizações fornecidas.

Por fim, dados que os softwares gerenciais visam o apoio a decisão, explique com suas palavras a dinâmica deste gráfico que relaciona Quantidade de Dados Armazenados versus Valor Agregado.

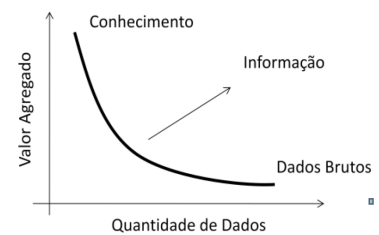


Figura 2.3: Exercício 2.8.

**2.9:** Em um processo de controle de nível digital de um tanque apresenta a seguinte sequência de funcionamento:

- i) Bomba ativada, quando sensor de nível baixo é desabilitado;
- ii) Bomba desativada, quando sensor de nível alto é acionado;
- iii) Desativação da Bomba é informada por um alarme que ativa um sinal luminoso;
- iv) Válvula de drenagem do tanque é acionada por um operador;

Possibilidades para desativar o sinal luminoso:

- a) Sinal luminoso é desativado, quando sensor de nível alto é desabilitado; ou,
- b) Sinal luminoso é desativado, quando operador aciona válvula de drenagem.

Tendo em vista que as possibilidades de desligar o sinal luminoso enfatizam a diferença funcional deste alarme. Explique esta diferença sob o ponto de vista de um sistema supervisório.

**2.10:** Dentre as funções de um alarme, pode-se citar:

- Chamar a atenção do operador para uma modificação do estado do processo;
- Sinalizar uma ação atingida.

Com respeito aos exercícios realizados nas aulas práticas, cite e explique as tarefas que destacam cada uma destas situações e informe sua diferença funcional no ponto de vista de um sistema supervisório.

**2.11:** Durante a operação de um sistema automatizado que possui uma interface homem máquina, como o operador deste sistema pode confiar nos dados mostrados na tela de operação? Em outras palavras, como ele pode garantir que os dados exibidos são um espelho da realidade ou uma máscara que pode comprometer a segurança do sistema?

**2.12:** O que se entende por gráficos de tendência em um sistema supervisório? Descreva sua função do ponto de vista operacional e gerencial.

**2.13:** Dentre as funções de um alarme, pode-se citar:

- a) No que diz respeito a redes industriais, pode-se citar os padrões HART e *Fieldbus*. Discuta sobre tais padrões e mencione a diferenças e vantagens de cada um.
- b) Explique o motivo pelo qual alguns projetista de sistemas de automação preferem utilizar redes de automação no padrão *Token Ring* ao invés do padrão *Ethernet*. Cite uma vantagem e uma desvantagem associada a cada padrão.

**2.14:** Assinale verdadeiro (V) ou falso (F) nas afirmativas abaixo. Caso a sentença seja verdadeira, exemplifique. Caso contrário, corrija a sentença, a fim de justificar sua resposta.

**Nota:** Uma alternativa assinalada incorretamente anula uma assinalada corretamente.

- a) ( ) Quando comparados em termos de aplicação industrial com um número predefinido de computadores, o padrão *Token Ring* se destaca pela garantia de um tempo de transmissão médio associado a certeza à passagem do *Token* a próxima máquina. Por outro lado, o padrão *Ethernet*, devido a sua incerteza no envio e recebimento dos dados, apresenta a vantagem de ser um padrão de alta velocidade, sendo comumente adotados na comunicação entre os sistemas gerenciais e os de controle.
- b) ( ) Com o intuito de facilitar a atuação no processo, os sistemas supervisórios visam realizar uma sobreposição (*by-pass*) dos comandos de entrada do CLP.
- c) ( ) Durante o planejamento de uma interface homem-máquina, o projetista deve se preocupar com a criação de alarmes que não necessitem de uma intervenção para continuidade do processo, para que isso não seja uma carga extra durante uma operação de contingência.
- d) ( ) O objetivo dos gráficos de tendência é a visualização do comportamento histórico de alguma variável do processo, a fim de verificar sua conformidade com relação às normas estabelecidas para um dado produto, bem como conflitar os dados reais do processo como aqueles exibidos no sistema supervisório.
- e) ( ) Dada a função inerente do PIMS de concentrar uma massa de dados e, após agregar informação, transformá-los em conhecimento, este *software* gerencial visa identificar os gargalos de produção, a fim de maximizar a produção em processos contínuos da manufatura.

**2.15:** Assinale verdadeiro (V) ou falso (F) nas afirmativas abaixo. Caso a sentença seja verdadeira, exemplifique. Caso contrário, corrija a sentença, a fim de justificar sua resposta.

**Nota:** Uma alternativa assinalada incorretamente anula uma assinalada corretamente.

- a) ( ) Uma rede de computadores visa interconectar máquinas para troca de informações e compartilhamento de periféricos através de um modelo mestre/escravo, comumente vinculado a um barramento por onde se trafega a informação.

- b) ( ) Dada a necessidade de verificar o status de um sensor de campo, o padrão HART propõe a utilização de um par traçado de fios e um protocolo digital de alta frequência transmitido sobre meio físico.
- c) ( ) Durante o planejamento de uma interface homem-máquina, o projetista visa armazenar o máximo de dados existentes no processo, independentemente de sua importância na representação gráfica. A final, esses dados irão compor o banco de dados, que serão utilizados por *softwares* gerenciais, para melhoria da qualidade e do fluxo do processo produtivo.
- d) ( ) Em sistemas de gestão da produção, o PISM se diferencia do MES principalmente pela possibilidade de atuação no processo, dado seu vínculo direto à avaliação e análise da qualidade do produto que está sendo produzido.
- e) ( ) Para o planejamento da hierarquia de tela, somente é necessário ter conhecimento do processo a ser automatizado.
- f) ( ) Uma das funções inerentes do MES é importar dados do ERP e os parâmetros de produção, a fim de instruir sobre a continuidade do fluxo de materiais na linha de produção. Tomando esse contexto e as visualizações apresentadas, o MES é um sistema estritamente contínuo (não discreto), que, para uma indústria de processos contínuos, acaba sendo mais recomendado que um sistema PISM.

**2.16:** Assinale verdadeiro (V) ou falso (F) nas afirmativas abaixo. Caso a sentença seja verdadeira, exemplifique. Caso contrário, corrija a sentença, a fim de justificar sua resposta.

**Nota:** Uma alternativa assinalada incorretamente anula uma assinalada corretamente.

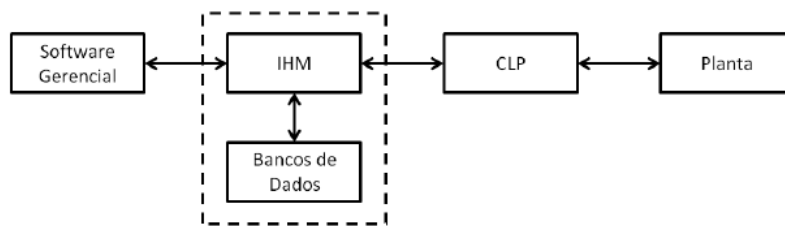
- a) ( ) Para o planejamento de um sistema de alarmes eficiente, primeiramente é necessário ter conhecimento da hierarquia de telas do processo a ser automatizado. Isto tem como objetivo evitar que os alarmes (principalmente os normais) não seja uma carga extra para o operador durante uma operação de contingência.
- b) ( ) Com o intuito de facilitar a atuação no processo, os sistemas gerenciais visam realizar uma sobreposição dos comandos dos módulos de entrada, atuando diretamente na região de memória interna do CLP vinculada fisicamente a seus cartões de entrada. Os dados visualizados nesses sistemas auxiliam um engenheiro de processo em ações estratégicas.
- c) ( ) Em uma rede de computadores, uma topologia ponto a ponto pode ser realizada através de um barramento. Neste caso, a configuração adotada entre os computadores será classificada por difusão codificada, podendo atuar na modalidade servidor/cliente.
- d) ( ) Em termos de redes industriais, o padrão HART se diferencia do padrão 4-20 mA pela possibilidade de transmissão unidirecional de dados digitais de status do equipamento, quando requisitado pelo CLP. Tais dados digitais são sobrepostos à informação analógica (no padrão 4-20 mA), a qual mensura somente uma variável de interesse. Caso seja necessária a comunicação com vários dispositivos, o padrão HART utilizada uma estratégia de comunicação por *Token*, ao contrário do padrão FieldBus que adota a comunicação por requisição e resposta (*polling*) através de um barramento.



**2.17:** Assinale verdadeiro (V) ou falso (F) nas afirmativas abaixo. Caso a sentença seja verdadeira, exemplifique. Caso contrário, corrija a sentença, a fim de justificar sua resposta.

**Nota:** Uma alternativa assinalada incorretamente anula uma assinalada corretamente.

- a) ( ) O sistema de execução de manufatura (MES) é um sistema que auxilia a tomada de decisão relativa à gestão dos processos, monitorando em tempo real o desempenho de máquinas e equipamentos, contribuindo para uma gestão empresarial mais eficaz.
- b) ( ) O PIMS é um sistema de informação distribuído que possibilita a visualização, através de uma de suas estações, tanto de dados do processo em tempo real como históricos da planta. Esse sistema gerencial utiliza um banco de dados próprio para exibir uma tela de supervisão de processo, cujos dados são obtidos diretamente do controlador lógico programável. Suas informações geralmente são exibida através de tabelas, gráficos de tendência e sinóticos da planta.
- c) ( ) De acordo com o diagrama de blocos apresentado, um sistema SCADA é basicamente constituído pelos blocos contidos no retângulo tracejado.
- d) ( ) De acordo com o diagrama de blocos apresentado, a seta direcional do Software Gerencial para IHM indica que os comandos realizados através da IHM, para atuação no processo, podem ser realizados atribuídos por um software gerencial.



**Figura 2.4:** Exercício 2.17.

- e) ( ) As mensagens compartilhadas entre a IHM e o CLP podem ser realizadas através de *tags* do tipo Dynamic Data Exchange (utilizada para comunicações entre múltiplos aplicativos) ou Device (utilizada para comunicação com dispositivos do nível 1).
- f) ( ) Para o confeccionamento de um supervisório deve-se primeiramente coletar, de forma limitada, os dados que são essenciais ao processo produtivo e com eles construir o banco de dados que irá reunir e fornecer todas as informações necessárias para os demais procedimentos.
- g) ( ) Com o intuito de facilitar a atuação no processo, os sistemas gerenciais visam realizar uma sobreposição dos comandos dos módulos de entrada, atuando diretamente na região de memória interna do CLP vinculada fisicamente a seus cartões de entrada. Os dados visualizados nesses sistemas auxiliam um engenheiro de processo em ações estratégicas.

**2.18:** Assinale Verdadeiro (V) ou Falso (F) nas alternativas abaixo. Verifique que cada alternativa possui uma pontuação pertinente a ela. Efetue a soma dos valores das sentenças verdadeiras.

- a) Sobre sistemas supervisórios, verifica-se que:
- ( ) [+1] A hierarquia e o desenho das telas têm como objetivo facilitar a assimilação dos componentes de um processo produtivo através de uma representação gráfica com símbolos e cores mnemônicas.
  - ( ) [+2] A velocidade de leitura das variáveis do processo para confecção do banco de dados não é necessariamente constante. Em outras palavras, o ciclo de SCAN do sistema SCADA pode ser distinto para grupo de variáveis, desde que suficiente para sua representação e visualização.
  - ( ) [+4] Os gráficos de tendência auxiliam a análise temporal de uma variável do processo. Logo são utilizados em situações de contingência, para conflitar as informações de outros indicadores e aferir se a informação visualizada é um espelho da realidade.
- A soma das alternativas corretas é \_\_\_\_\_
- b) No que se refere a sistemas de nível 2 da pirâmide de automação, é correto afirmar que: ( ) [+1] Antes da confecção de um sistema supervisório, é essencial uma conversa com os operadores da planta a ser automatizada, para que se tenha o entendimento do processo. Isto visa a reunião de informações suficientes para o controle de planta e para o suporte de decisão.
- ( ) [+2] Se um processo automatizado possui cinco etapas, cujo início obrigatoriamente deve ser autorizado por um operador. Quando um alarme é instanciado no sistema SCADA, sua função é chamar a atenção do operador para uma modificação do estado do processo.
  - ( ) [+4] Os operadores efetuam o acionamento remoto de equipamentos do nível 1, sobrepondo os comandos dos módulos de entrada do CLP, através da atuação direta das memórias imagem.
- A soma das alternativas corretas é \_\_\_\_\_
- c) No que tange os sistemas gerencias, é correto afirmar:
- ( ) [+1] Para que um sistema SCADA seja classificado como um sistema PIMS, é essencial que ele possua um banco de dados distinto e seja impossibilitado de atuar no processo.
  - ( ) [+2] Uma parada de equipamento é registrada em um sistema MES. Por sua vez, visando instruir sobre a continuidade do fluxo produtivo, tal sistema redefine as estações de trabalhos (equipamentos) e a mão de obra opta a operá-las.
  - ( ) [+4] Gargalos de produção restringem a produtividade de uma empresa. Produção realizada em divergência aos limiares normatizados por uma empresa resulta em itens de expedição fora do padrão. No entanto, o acompanhamento do processo produtivo, a fim de otimizá-lo qualitativamente e quantitativamente, é uma tarefa dos sistemas PIMS e MES, respectivamente. A soma das alternativas corretas é \_\_\_\_\_
- d) Sobre protocolos de comunicação em rede, pode-se dizer:
- ( ) [+1] Em uma rede utilizando protocolo Ethernet, caso dois computadores transmitam informações simultaneamente, ambos

são alertados sobre a colisão, os usuários perdem suas mensagens e elas são novamente reenviadas aos destinatários.

( ) [+2] No protocolo Token Ring, o computador monitora a rede até que ele receba um padrão especial de bits, que o permitirá enviar sua mensagem. Enquanto não recebe tal permissão, ele apenas poderá receber mensagens que trafegam no barramento de difusão em anel.

( ) [+4] Em ambos protocolos, o aumento de computadores na rede aumenta tempo de transmissão e de recebimento de uma mensagem e, conseqüentemente, eleva o número de colisões.

A soma das alternativas corretas é \_\_\_\_\_

e) Para a comunicação dos instrumentos de nível 1 da automação industrial, pode-se afirmar que:

( ) [+1] Os sistema FieldBus e HART necessitam apenas de um par de fios para toda a rede, enquanto o padrão 4-20 mA requer um par de fios para cada dispositivo.

( ) [+2] O padrão HART permite a sobreposição de um sinal analógico de alta frequência aos sinais analógicos de baixa frequência do padrão 4-20 mA, sem interferência, utilizando a mesma fiação, possibilitando a transmissão de um maior número de informação utilizando o mesmo par trançado de fios.

( ) [+4] O padrão FieldBus é o único que permite a inserção alguns algoritmos e procedimentos nos dispositivos de campo, de modo a torná-los capazes de executar funções simples de controle.

A soma das alternativas corretas é \_\_\_\_\_

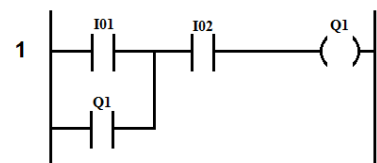
f) A figura abaixo apresenta um esquema elétrico para ligação de entradas e saídas no CLP Clic-02 VT-D e em seu módulo de expansão CLW-02/BER-D. Levando o esquema em consideração e partindo do pressuposto de que o CLP está funcionando perfeitamente, pode-se afirmar que:

( ) [+1] Caso haja a intenção de garantir o desligamento da carga K1 pela desconexão física de sua botoeira de desliga I02, basta ser feito o esquema de ligação proposto na figura acima e ser utilizado o seguinte código em Ladder no CLP. Note que K1 é ligada através da botoeira I01 e retida através de uma ligação em selo.



( ) [+4] Caso as cargas K1 K10 estejam bem dimensionadas, respeitando os limites de operação de cada terminal de saída, pode-se afirmar que estas foram ligadas corretamente e irão ser acionadas normalmente após o comando do CLP.

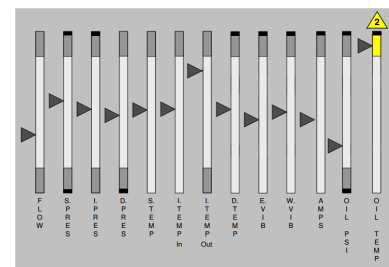
A soma das alternativas corretas é \_\_\_\_\_



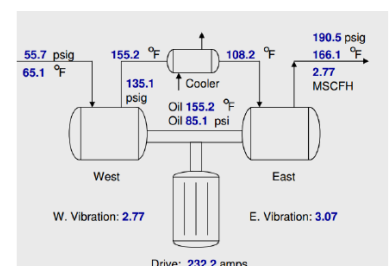
**Figura 2.6:** Exercício 2.18f).

**2.19:** Discuta a veracidade dessas afirmações a seguir.

- a) "Apesar da possibilidade de um sistema SCADA poder controlar todas etapas do processo produtivo, geralmente alguns acionamentos de maior impacto na planta não são implementados no supervísório sendo necessário a operação manual por parte de funcionários com nível de gerência. Isso é feito de forma a evitar que um dos operadores do supervísório venha a cometer um equívoco, colocando toda a planta em risco."
- b) "Ambas IHMs mostradas nas Figuras 1 e 2 abaixo são capazes de exibir valores das variáveis envolvidas e situações de alarme. Para isso a IHM da Figura 1 utiliza barras brancas para regiões de normalidade, cinzas para regiões de alarme e em amarelo para ocorrência de alarme. Já a IHM da Figura 2 apresenta os valores em azul para situações de normalidade e amarelo para situações de emergência. Entretanto, apesar de ambas apresentarem informações de mesmo contexto, pode-se afirmar que a IHM mostrada na Figura 2 é mais eficaz devido a uma maior facilidade de observação do processo por parte do operador."



(a) Figura referente a letra b)



(b) Figura referente a letra b)

**Figura 2.7:** Cabeçalho das subfiguras a e b

- c) "A mineração de dados é uma tarefa dos operadores de IHM, os quais devem gerir as informações conflitantes sobre o processo, a fim de manter a harmonia no funcionamento do processo."
- d) "Em uma situação de competitividade de mercado em volume de produção, caso uma empresa não tenha recursos para adquirir ambos sistemas gerenciais de nível 3, os diretores devem optar pela aquisição de um sistema PIMS."

**2.20:** Dada a afirmação a seguir: "Os softwares gerenciais em suma enviam ordens de produção para os sistemas supervisórios de operação." Discuta:

- a) O fluxo de informações entre os sistemas que compõem a pirâmide da automação industrial.
- b) As diferenças em termos operacionais e de visualização entre os sistemas gerenciais e SCADA.

**2.21:** "A tecnologia relacionada a redes industriais evoluíram com o passar dos anos com o principal objetivo de integração dos sistemas e gerenciamento remotos dos dispositivos de campo (chão de fábrica)." Aponte e discuta quatro vantagens da tecnologia Fieldbus sobre a tecnologia 4-20mA.

**2.22:** Em uma indústria siderúrgica, após a etapa de lingotamento contínuo, o tarugo está apresentando fissuras nas extremidades, em virtude do tratamento térmico da etapa de resfriamento. Como o engenheiro de processo deve analisar e buscar soluções para tal problema?

**2.23:** Duas pessoas estão jogando xadrez entre si, através do roteador wireless da biblioteca da UFV. No contexto de redes industriais, explique tal evento.

**2.24:** Explique detalhadamente quando é possível ter um mestre local, em uma rede de automação, e qual a sua finalidade no controle de um processo industrial.

**2.25:** Em uma indústria cervejeira, uma das etapas do processo de produção é a fermentação da matéria prima para transformação dos açúcares em álcool, de acordo com as especificações do tipo de cerveja. Durante tal processo, o operador de nível 2 percebe uma conduta anormal da produção. Visando buscar no local as possíveis causas de tal desconformidade, ele sai da sala de operação para verificar o estado do equipamento. Disserte sobre as ações que precederam tal atitude do operador.

**2.26:** Em uma comunicação em rede de computadores utilizando protocolo Ethernet, é correto afirmar que um pacote de dados pode ser perdido, porém o destinatário, ainda assim, recebe a mensagem que lhe foi enviada.

Explique tal afirmação.

**2.27:** Cite três semelhanças, três diferenças, duas vantagens e duas desvantagens dos padrões HART e Fieldbus.

**Nota:** A contradição entre ambos não será considerada.

**2.28:** "A tecnologia relacionada a redes industriais evoluíram com o passar dos anos com o principal objetivo de integração dos sistemas e gerenciamento remotos dos dispositivos de campo (chão de fábrica)." Aponte e discuta quatro vantagens da tecnologia Fieldbus sobre a tecnologia 4-20mA.

**2.29:** Discuta sobre a pirâmide de automação. Explique como funciona o fluxo de ordem de produção do topo para a base da pirâmide. Apresente as diferenças e similaridades entre os sistemas ERP, PIMS, MES e SCADA, além de informar a localização de cada um desses sistemas na pirâmide de automação.

**2.30:** No que se refere aos módulos de teste utilizados durante a realização da prova prática de ELT431, comente sobre o princípio de funcionamento do CLP quando suas entradas são:

- a) Acionadas fisicamente
- b) Acionadas pelo Clic-02
- c) Acionadas pelo Supervisório

**2.31:** Diferencie o processo de ciclo de varredura de um CLP e de um sistema supervisório.

**2.32:** Em um supervisório, a indicação de alarmes deve estar presente em todas as telas não janeladas, comumente na parte inferior ou superior. Explique sua finalidade na tela de históricos de alarmes.

**2.33:** Explique a correlação entre a etapa de tomada de dados, na confecção de um sistema supervisório, e a mineração de dados, na utilização de um sistema PIMS. Informe como podem auxiliar no controle e na identificação de problemas de uma planta.

**2.34:** Em aplicações industriais, o padrão Token Ring se destaca pela garantia do tempo dedicado a cada dispositivo em uma rede de comunicação. Por outro lado, o padrão Ethernet, devido a sua incerteza no tempo de envio e recebimento dos dados, apresenta a vantagem de ser um padrão de alta velocidade. Neste contexto, associe e justifique a aplicação desses padrões na pirâmide da automação industrial.

**2.35:** A respeito apenas do seu protótipo do projeto final da disciplina de Automação Industrial, responda as questões a seguir:

- a) Elabore o sistema supervisor de seu setor na sua empresa, com pelo menos quatro telas, e explique as etapas necessárias para sua construção. Ao desenhar as telas, enumere os pontos importantes e explique-os à parte. Nota: Siga estritamente os passos de desenvolvimento de um sistema supervisor.
- b) Qual dos sistemas gerenciais é de mais simples implementação? Disserte.
- c) Qual a primeira informação que deve ser observada pelo operador do sistema, a fim de verificar o funcionamento normal (ou não) do sistema? Justifique.
- d) Cite e explique detalhadamente cinco exemplos de implementações PIMS e outras cinco de MES para toda a empresa. Cada setor da empresa deve apresentar pelo menos uma implementação de cada sistema gerencial.

Restrições de resposta:

- 1. Citar o setor e a empresa de que participou no trabalho final.
- 2. Discriminar claramente os exemplos PIMS e MES ao exemplificar.
- 3. Somente utilizar os sensores existentes no protótipo.
- 4. Os exemplos devem possuir variáveis de natureza distinta. Em outras palavras, não será permitido a exemplificação usando variações de apenas uma variável do processo.
- 5. Utilizar uma legenda para cores e símbolos.

## 3.1 Diagrama de Contato

3.1 Diagrama de Contato . . . . 16

### Exercícios

**3.1:** Dado o diagrama de contato abaixo, descreva o seu princípio de funcionamento detalhado, tendo em vista que b0 e b1 são entradas e d1; d2; d3 e h são saídas. Na sequência, faça a representação do sistema usando diagrama Ladder. Crie um enunciado de operação de um sistema que empregue a solução apresentada.

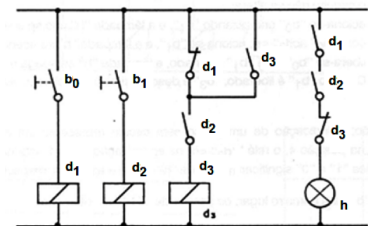


Figura 3.1: Exercício 3.1.

**3.2:** Descreva o princípio de funcionamento do diagrama de comando abaixo. Considere que as entradas B1, B2 e B3 sejam chamados de requisições pelos operadores de distintos setores de uma empresa, e que as saídas são indicadores luminosos para o gerente geral, o qual pode reconhecer a um chamado através da entrada B0.

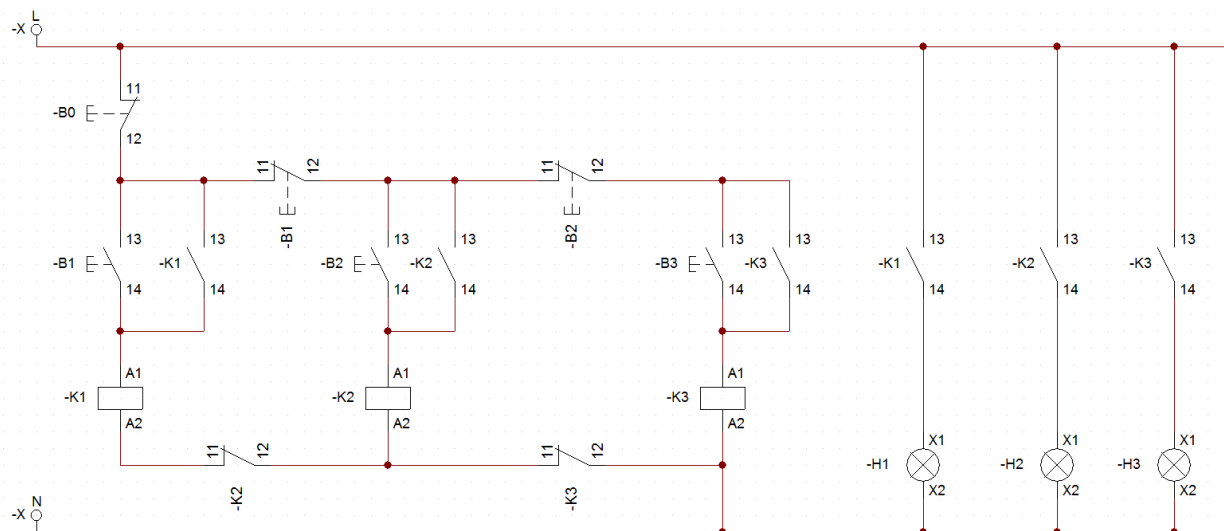


Figura 3.2: Exercício 3.2.

**3.3:** Proponha a solução em diagrama de contato para o problema de uma linha de peneiramento.

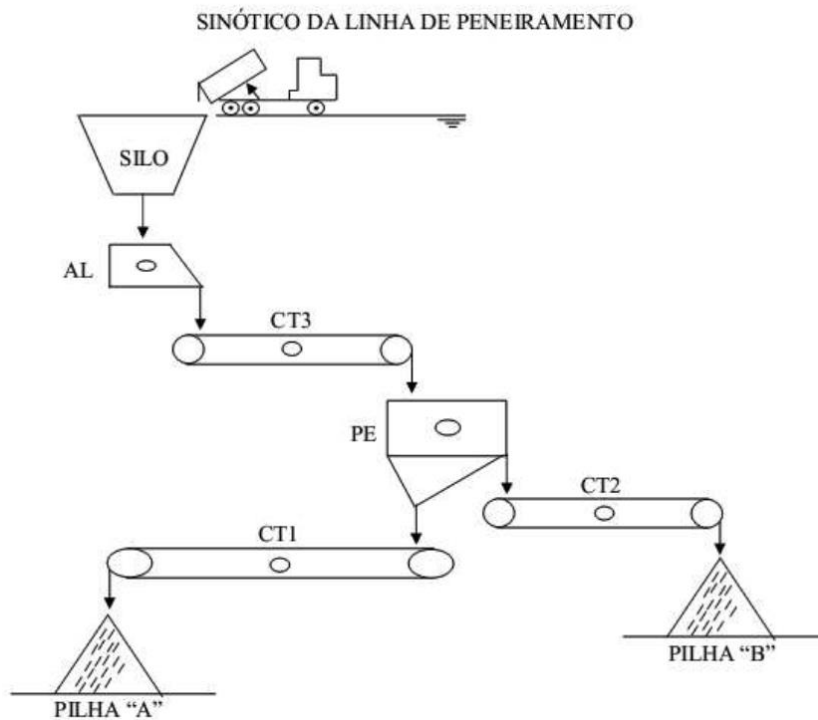
O processo de peneiramento comumente segue uma sequência de acionamento dos agitadores. Inicialmente, um caminhão basculha minério em



um silo com granulometria de até  $\frac{1}{2}$ ". O alimentador AL ao ser ligado, vibra e alimenta a correia transportadora CT3. Ao ligar CT3, o minério é transportado até a peneira PE. A vibração de PE separa o minério em partes com granulometria superior e inferior a  $\frac{1}{4}$ ". Para a pilha A, é levado o minério com granulometria inferior a  $\frac{1}{4}$ ", através da correia transportadora CT1. Para a pilha B, é levado o minério com granulometria superior a  $\frac{1}{4}$ ", através da correia transportadora CT2.

Para acionamento da linha de peneiramento deve-se respeitar a seguinte sequência. Primeiramente, ao pressionar uma botoeira B1, CT1 e CT2 são ligados simultaneamente. Após transcorrer 10s do acionamento de CT1 e CT2, PE é acionada. CT3 somente poderá ser acionado, após 5s do acionamento de PE. Uma chave B2 é responsável pelo acionamento simultâneo de AL, o qual só poderá ser acionado 10s após o acionamento de CT3.

O desligamento de CT1, CT2, CT3 e PE é realizado através de uma botoeira B0, tendo o cuidado de que esta ação somente poderá ocorrer, caso AL esteja desligado.



**Figura 3.3:** Exercício 3.3.

**3.4:** Proponha a solução em diagrama de comandos elétricos para o problema de transporte de caixas.

Correias transportadoras são muito utilizadas no setor de expedição em indústrias. O funcionamento correto deste dispositivo depende de sua lógica de acionamento dos motores. A figura abaixo ilustra um transportador de caixas, cujo objetivo é levar uma carga do extremo "a" para o extremo "b".

Duas chaves de fim de curso (sensores de contato tipo NA) estão instalados nas extremidades da correia transportadora, com o objetivo de verificar a presença de uma caixa.

Um botoeira P tipo NA é utilizada para o acionamento do motor acoplado à esteira. Caso uma caixa seja inserida em uma das extremidades e a botoeira P seja pressionada, o motor deve girar em um sentido. Caso a caixa seja inserida na outra extremidade e a botoeira P seja pressionada, o motor deve girar no sentido contrário.

Quando a caixa chegar ao destino (posição oposta na esteira), o motor deve parar e um alarme sonoro deverá acionar por 15 segundos, a fim de indicar a chegada da caixa. Caso a caixa seja retirada da esteira, o alarme sonoro L deverá ser desligado imediatamente.

Os seguintes eventos deverão ser respeitados:

- 1 - Nenhuma ação deve ser realizada se ambos sensores de contato forem acionados;
- 2 - A esteira não poderá acionar, em hipótese alguma, para ambos sentidos;
- 3 - O alarme não poderá acionar quando uma caixa for inserida na esteira;
- 4 - A esteira deverá permanecer em movimento até que o sensor da extremidade oposta seja acionado.

Notas de resolução:

- Adote P, SA e SB para indicar os contatos NA referente a botoeira de partida, a chave fim de curso do lado A e a chave fim de curso do lado B, respectivamente.
- Adote L, M1 e M2 para indicar os contatores que irão acionar o alarme sonoro, o motor acionado para transporte de "a" para "b" e o motor acionado para transporte de "b" para "a", respectivamente.

Considerações:

- a) Uma caixa não poderá ser colocada na esteira após seu acionamento ter sido iniciado.
- b) Uma vez iniciado o movimento da esteira, a caixa deixa de fazer contato com a chave de fim de curso.



Figura 3.4: Exercício 3.4.

**3.5:** Projete um sistema de partida estrela-triângulo de motores trifásicos contemplando a possibilidade de inversão de rotação.

Defina:

**Entradas:** B0 é botoeira que desliga o motor, B1 que liga em um sentido e B2 que liga no sentido oposto.

**Saídas:** Os contadores C1 e C3 fazem ligação do motor em estrela. Os contadores C1 e C2 fazem arranjo em triângulo. Um contator C4 é responsável pela inversão do sentido de rotação.

**Descrição de funcionamento:** Primeiramente, os contadores C1 e C3 são acionados para fazer a ligação do motor em estrela. Após um período de tempo, o contator C3 é desativado e o contator C2 é acionado, de modo que o arranjo em triângulo seja feito no motor. No instante da partida do motor, caso C4 seja acionado, ele parte em sentido horário; caso contrário, ele parte em sentido anti-horário.

**Notas:**

- a) A comutação da ligação estrela para triângulo não pode ser feita no mesmo ciclo de SCAN do CLP, logo é necessário temporizador de atraso para a comutação;
- b) Caso haja uma mudança de sentido de rotação durante o funcionamento, é necessário um tempo de espera. Além disso, a partida estrela-triângulo deve ser executada novamente;
- c) As entradas dos sistemas são botoeiras do tipo NA.

**3.6:** Projete um sistema de partida estrela-triângulo de motores trifásicos contemplando a possibilidade de inversão de rotação. Considerações:

- i. Não é necessário um tempo de espera para efetuar a mudança do sentido de rotação do motor;
- ii. A comutação da ligação estrela para triângulo pode ser feita no mesmo ciclo do PLC, não sendo necessário temporizadores de atraso;
- iii. As entradas dos sistemas são botoeiras do tipo NA.

Defina:

**Entradas:** B0 é botoeira que desliga o motor, B1 que liga em um sentido e B2 que liga no sentido oposto.

**Saídas:** Os contadores C1 e C3 fazem ligação do motor em estrela. Por sua vez, os contadores C1 e C2 fazem arranjo em triângulo. Um contator C4 habilita a ligação em um sentido e um contator C5 habilita no sentido oposto.

**3.7:** Projete um sistema de partida estrela-triângulo de motores trifásicos contemplando a possibilidade de inversão de rotação.

**Notas:**

- i. É necessário um tempo de espera para efetuar a mudança do sentido de rotação do motor;

- ii. A comutação da ligação estrela para triângulo não deve ser feita no mesmo ciclo do PLC, sendo necessário temporizadores de atraso;
- iii. As entradas dos sistemas são botoeiras do tipo NA.

Defina:

**Entradas:** B0 é botoeira que desliga o motor, B1 que liga em um sentido e B2 que liga no sentido oposto.

**Saídas:** Os contadores C1 e C3 fazem ligação do motor em estrela. Por sua vez, os contadores C1 e C2 fazem arranjo em triângulo. Um contator C4 é responsável pela inversão do sentido de rotação.

**3.8:** Princípio de Funcionamento: Em um programa de auditório, duas pessoas são colocadas frente a frente para responder as perguntas de um apresentador. O direito de resposta é dado ao participante que primeiro pressionar a botoeira a sua frente. Existem duas botoeiras, normalmente aberta, na frente de cada participante.

O apresentador, ao terminar de ditar a pergunta, pressiona uma botoeira própria, normalmente aberta, a qual aciona um sinal luminoso de prontidão por três segundos. Ao término desse tempo, o sinal luminoso se apaga, liberando o sistema de acionamento dos competidores (ou seja, as botoeiras dos participantes estão habilitadas a executar alguma ação). Dois sinais luminosos instalados na mesa dos participantes indicam qual deles acionou primeiro sua botoeira.

Em caso do empate, ou seja, ambos acionam ao mesmo tempo, o sistema automaticamente soa um alarme por dois segundos e, na sequência, o sinal luminoso de prontidão é novamente acionado.

O apresentador reseta os sinais luminosos dos participantes ao pressionar sua botoeira.

Adote as variáveis a seguir:

Entradas	Saídas
I1 – Botão Participante 1	Q1 – Indicador luminoso Participante 1
I2 – Botão Participante 2	Q2 – Indicador luminoso Participante 2
I3 – Botão Apresentador	Q3 – Indicador de prontidão do Apresentador
	Q4 – Alarme sonoro

Considerações:

- a) Nenhuma ação deve ser realizada sem a liberação do apresentador.
- b) O apresentador somente irá pressionar sua botoeira ao final da pergunta.

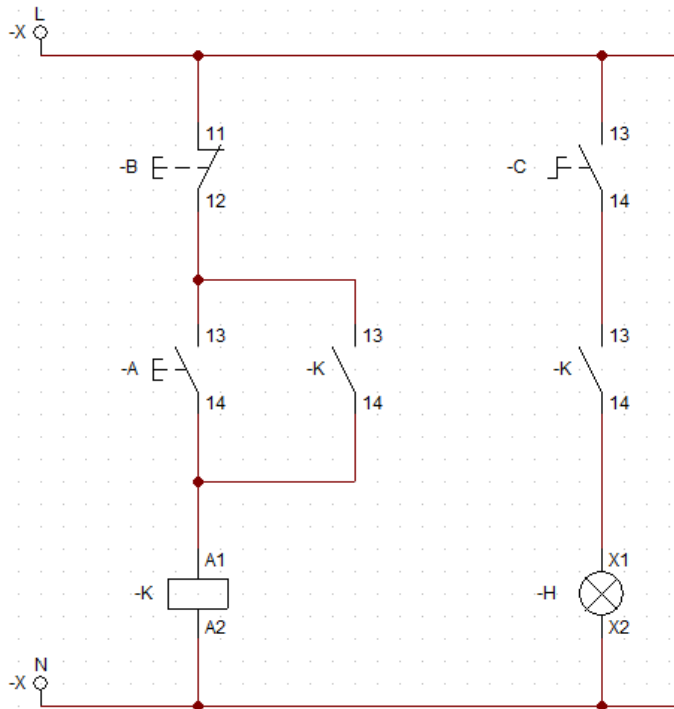
**3.9:** Sejam as proposições compostas verdadeiras, construa o diagrama de comandos elétricos baseado em tais afirmações:

- a) A chave A e o interruptor B ou a botoeira C acionam a lâmpada L.
- b) A chave A ativada e a botoeira B desativada acionam a lâmpada L. Mas não é verdade que A ou L estão ativadas e B ativada, acionam o motor M.
- c) Se a chave A está ativada ou a botoeira B não está pressionada, então a lâmpada não está acionada.

**3.10:** Dado os diagramas de comandos elétricos a seguir, apresente suas respectivas proposições lógicas.

**Notas:** As saídas são lâmpadas sinalizadoras. Os temporizadores são de 5 segundos.

a) Considere o diagrama:



**Figura 3.5:** Exercício 3.10.

b) Considere o diagrama:

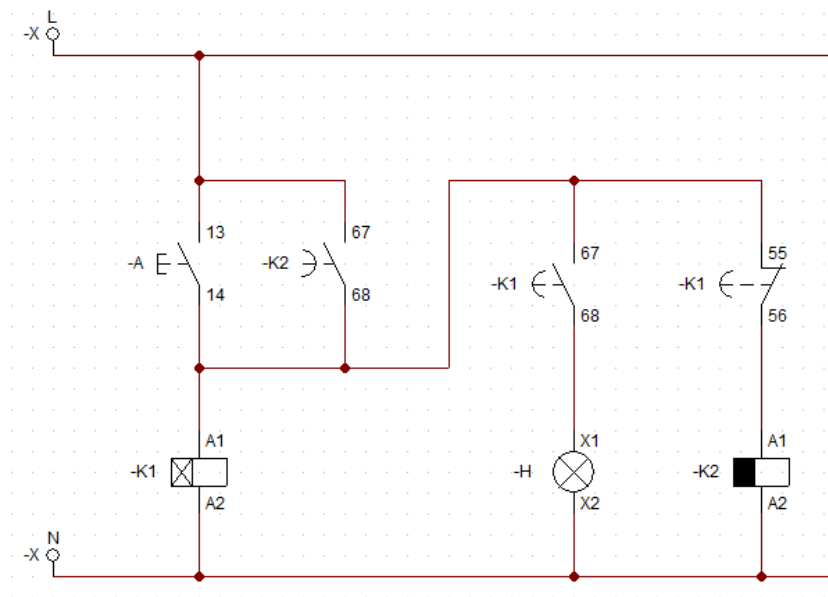


Figura 3.6: Exercício 3.10.

**3.11:** A figura a seguir representa uma máquina de imprimir cartazes. O rolo 1, acionado por um motor, provoca o arrastar do papel e, além disso, contém a tinta que lhe é fornecida por um dispositivo ligado ao pistão W. O arrasto do papel é feito quando o rolo 2 sobe, por ação do pistão V. O ponto O é fixo.

Funcionamento sequencial:

- i. Quando o ressalto do rolo 1 aciona o sensor a, V é ativado e o papel é apertado contra o rolo 1.
- ii. Quando o sensor a é libertado, é iniciado o processo de impressão, ativando o pistão W.
- iii. O fornecimento de tinta continua até que o ressalto do rolo 1 acione o sensor b.
- vi. Quando este último passo ocorre, 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.
- v. Quando o sensor b for libertado, a guilhotina sobe e a máquina fica pronta para um novo ciclo de funcionamento.) Se a esteira não será funcionando, então o sensor está bloqueado. Mas o sensor não está bloqueado. Isto implica que a esteira está funcionando.

Apresente uma solução em diagrama de comando elétrico

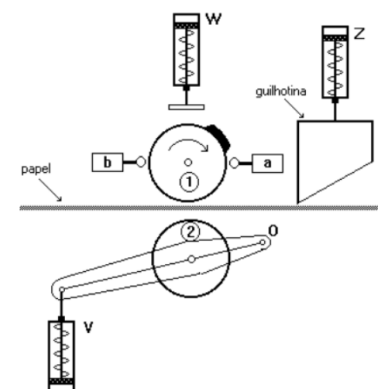


Figura 3.7: Exercício 3.11.

**3.12:** Para segurança do operador, o acionamento de uma prensa hidráulica deve ser feito quando forem pressionadas duas botoeiras simultaneamente. O acionamento é feito de maneira que, quando uma das botoeiras for acionada, não possa transcorrer mais do que um segundo até que a outra botoeira seja acionada. A prensa deve parar imediatamente, caso o operador desabilite uma das botoeiras.

Apresente uma solução em diagrama de comando elétrico.

**3.13:** Para o diagrama de comando elétrico abaixo, no contexto de controle sequencial, descreva seu princípio de funcionamento.

Assuma:

- i. O contator temporizado é de 5 segundos.
- ii. A e B são sensores de presença.
- iii. HA e HB são sinalizadores.

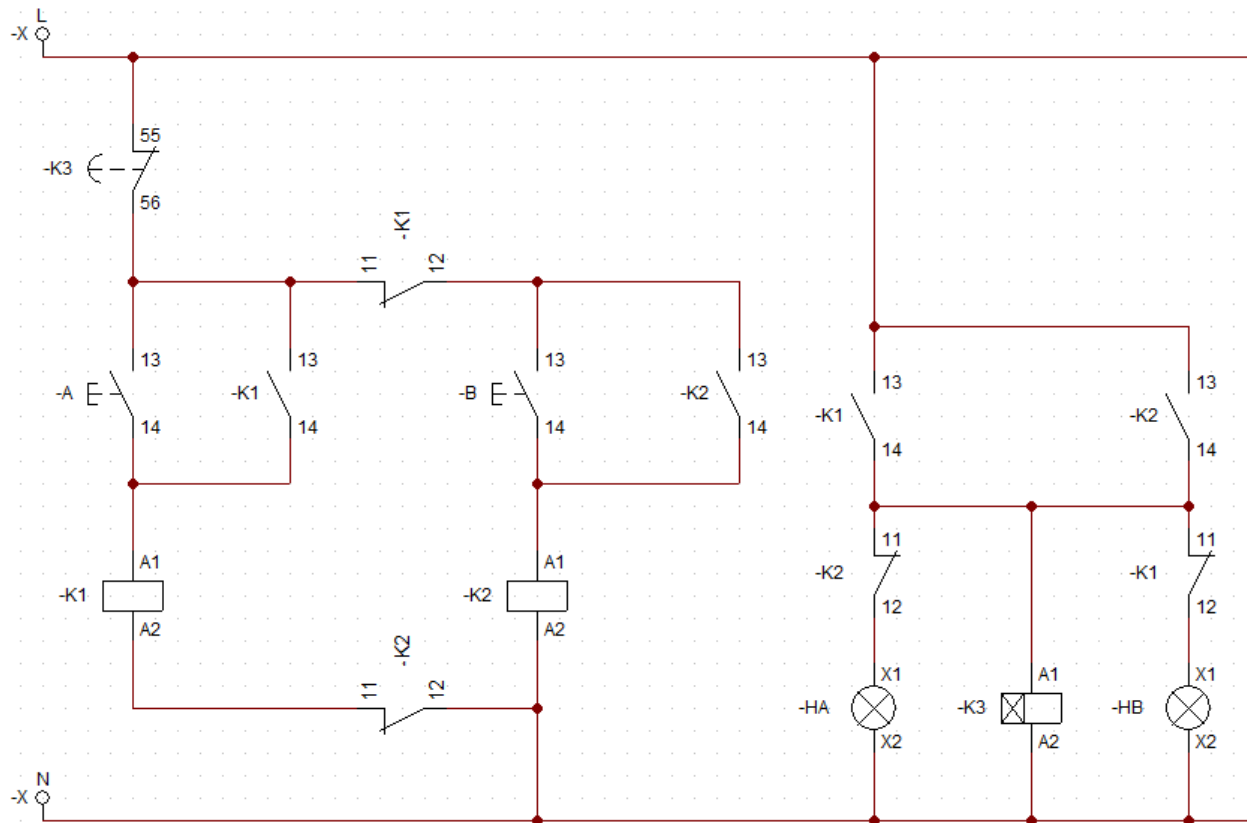


Figura 3.8: Exercício 3.13.

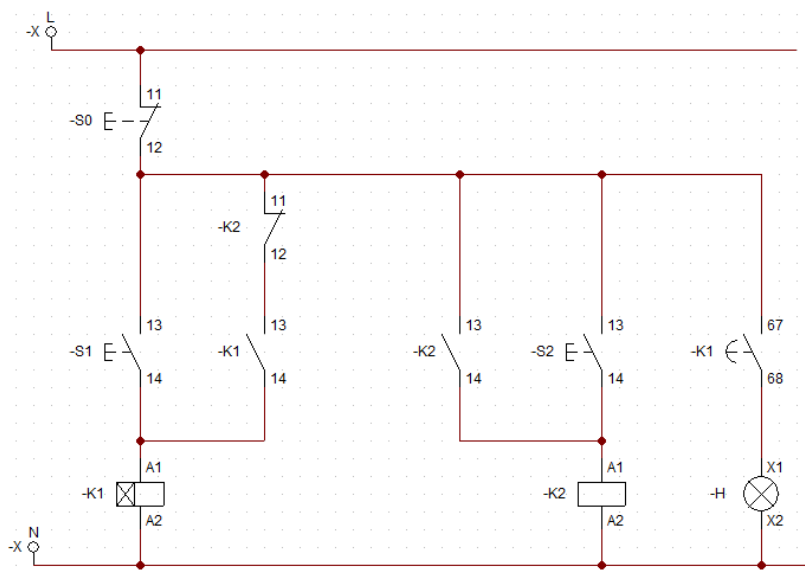
**3.14:**

- a) Projete um sistema combinatório com intertravamento contendo duas botoeiras de entradas e duas lâmpadas de saídas. Como condição de projeto, cada lâmpada deve funcionar por pelo menos 10 segundos, após o acionamento de sua botoeira correspondente.
- b) Descreva seu princípio de funcionamento.

**Nota:** A análise do circuito será baseada no princípio de funcionamento apresentado.

**3.15:** Para o diagrama de contato a seguir, com temporizador é de 5 segundos:

- a) Analise a veracidade das proposições a seguir:
- ( ) Se a botoeira S1 é acionada, então a lâmpada H é habilitada.
  - ( ) Se o contator K2 está acionado, então a botoeira S0 ou S1 não está habilitado.
  - ( ) Se o contator K1 está acionado, então a botoeira S2 não está pressionada.
  - ( ) A lâmpada H está acionada se, e somente se, o contator K2 não está acionado.
  - ( ) Se S1 foi acionado e S2 não for pressionado, então H será acionada após 5 segundos.



**Figura 3.9:** Exercício 3.15.

**3.16:** No diagrama de contatos abaixo, MA e MB são motores de um homogeneizador de tintas.

- a) Descreva seu princípio de funcionamento, considerando que os temporizadores são de 10 segundos.
- b) Indique no diagrama, onde inserir um seccionador e justifique sua utilidade.
- c) Indique no diagrama, onde inserir uma proteção de sobrecarga e justifique sua utilidade.

**3.17:** Descreva o princípio de funcionamento do diagrama a seguir:

**3.18:** Através de diagrama de contatos, crie um sistema de ligar e desligar uma lâmpada utilizando uma única botoeira.





É importante saber que os contadores C2 e C3 nunca podem ser acionados simultaneamente, pois ocasionaria um curto trifásico. Para isto, é aconselhável, além de um circuito de exclusividade entre C2 e C3, adicionar um tempo de espera na ordem de 0.5s na transição de estrela para triângulo.

**Nota:** O acionamento do motor é realizado pelos contadores, logo não há uma saída direta referente ao motor.

Proponha uma solução para acionamento do motor trifásico.

## 4.1 Princípio Operacional de um CLP

4.1 Princípio Operacional de um CLP .....	27
4.2 Linguagem de Programação: Ladder .....	31

### Exercícios

**4.1:** Descreva o processo de operação de um CLP através de suas funções básicas de controle. No decorrer da descrição, as seguintes palavras deverão ser utilizadas:

Processos Industriais (ou Manufatura)	Imagem	Cíclico	Entrada	Memória
Prioridade (ou Precedência)	Saída	Módulo	CPU	Módulo

As palavras da lista acima poderão ser repetidas ou utilizadas no plural.

**4.2:** Descreva graficamente o princípio de funcionamento dos três principais temporizadores de um PLC. Escolha um deles e exemplifique.

**4.3:** Descreva o processo de operação de um CLP através de suas funções básicas de controle. No decorrer da descrição, explique os diagramas de blocos apresentados a seguir.

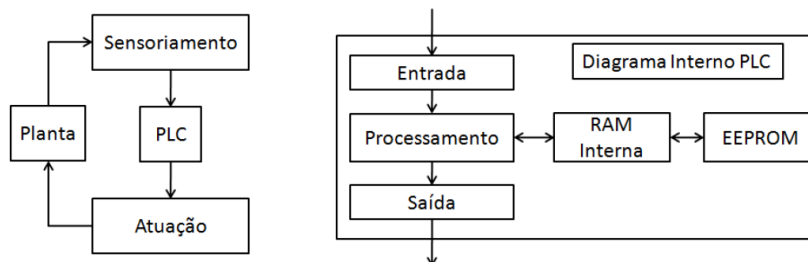


Figura 4.1: Exercício 4.3.

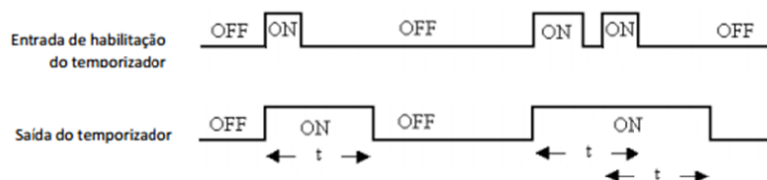
### 4.4:

- Descreva o princípio de funcionamento interno de um Controlador Lógico Programável (CLP), tendo em vista as memórias imagens de entrada/saída, a memória de programa e execução, o ciclo de SCAN e a interação com a planta através de sensores e atuadores.
- O que se entende por sistema em tempo real, quando apresentado no contexto de CLP? Na descrição, aponte o princípio de funcionamento dos temporizadores de um CLP.

**4.5:** Assinale verdadeiro (V) ou falso (F) nas afirmativas abaixo. Caso a sentença seja verdadeira, exemplifique. Caso contrário, corrija a sentença, a fim de justificar sua resposta.

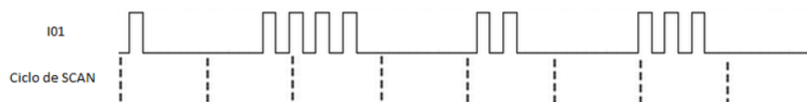
**Nota:** Uma alternativa assinalada incorretamente anula uma assinalada corretamente.

- a) ( ) Cada modelo de CLP possui um valor específico quanto a duração de seu ciclo de SCAN. Esta informação, na maioria das vezes, pode ser encontrada nos manuais do equipamento.
- b) ( ) É comum encontrar módulos de saída do CLPs a relé e a transistor. Ambas funcionam de forma semelhante, sendo a única diferença entre elas o fato das saídas a transistor serem capazes de chavear com maior velocidade, fato que as fazem serem utilizadas, em alguns casos, para aplicações em PWM.
- c) ( ) O diagrama temporal mostrado abaixo representa a resposta de um temporizador padrão do tipo TP



**Figura 4.2:** Exercício 4.5c).

- d) ( ) Um CLP é programado para fazer a contagem de eventos percebidos pela entrada I01. Verificando o ciclo de scan deste controlador e a forma de onda da entrada I01, pode-se afirmar que o valor acumulado neste contador é 10. Dado que o valor acumulado inicial era igual a zero no início da contagem apresentada na figura.



**Figura 4.3:** Exercício 4.5d).

- e) ( ) No funcionamento de um CLP, uma chave mecânica é fisicamente conectada ao módulo de memória imagem de entrada, a qual é lida a cada início do ciclo de SCAN e seu valor permanece imutável até que um novo ciclo se reinicie.
- f) ( ) Em um contador do tipo UP/DOWN padrão, há uma única entrada para contagem e um seletor que indica se a contagem será crescente ou decrescente. Nele, caso a entrada de Reset seja acionada, a saída de estouro de contagem é imediatamente desabilitada.
- g) ( ) O ciclo de SCAN de um CLP programado em Ladder pode ser definido como sendo o tempo transcorrido da execução da primeira até a última instrução do programa fonte. O tempo, que compreende a leitura dos dados de entrada, o processamento interno e a determinação dos dados de saída, varia durante sua

execução dependendo do número de instruções que o CLP deverá executar em cada ciclo do programa fonte.

- h) ( ) A vantagem de se utilizar o padrão Token Ring entre os níveis um e dois da pirâmide da automação é a garantia do tempo de comunicação entre o CLP e os elementos primários de sensoriamento e controle.
- i) ( ) Devido a impossibilidade de controle processos de grandes dimensões através dos periféricos de entrada e saída de um CLP, foram criados os sistemas supervisórios, cuja função é adquirir os valores das entradas e saídas diretamente das memórias imagens e internas do CLP, realizar o processamento da lógica do processos e, por fim, realizar um *"by-pass"* (sobreposição de comandos) para atuação no processo.

**4.6:** Explique como procede o ciclo de varredura (SCAN) de um CLP. Disserte sobre o funcionamento em tempo real do CLP em um processo de manufatura?

**4.7:** Explique e diferencie sistema sequencial e combinatório. Por fim, descrevas as características do controle sequencial.

**4.8:** Assinale a(s) alternativa(s) correta(s), sobre um CLP:

- a) De forma similar a alguns sistemas operacionais, o CLP funciona em tempo real.
- b) O CLP é basicamente um computador robusto destinado ao controle de aplicações elétricas e a substituição dos circuitos de potência dos acionamentos de equipamentos.
- c) A principal diferença entre um CLP e um sistema controlado por relé é que o CLP utiliza instruções lógicas em software para representar a lógica criada por combinação de contato dos relés.
- d) Uma instrução no CLP é uma lista de comandos particulares de sua linguagem, que irá representar a lógica responsável pelo acionamento de uma saída.

**4.9:** Assinale a(s) alternativa(s) correta(s), sobre um programa de CLP:

- a) O símbolo  $\text{--} | \text{--}$  em um diagrama lógico pode representar um contato normalmente aberto ou uma chave normalmente aberta.
- b) Se uma botoeira NF é utilizada em um contato de selo para resetar uma saída, então ela é representada no diagrama ladder como uma chave fechada.
- c) O ciclo de SCAN do CLP inicia armazenando os valores passados das variáveis auxiliares e de saída, e, na sequência, realiza a leitura das variáveis de entrada.
- d) O tempo de SCAN varia de acordo com o conteúdo e o comprimento de um programa de CLP. Porém, uma vez concluída a programação do CLP, este tempo é fixo, independentemente do número de sensores lidos, dos acionamentos a serem realizados e dadas instruções de temporização e contagem.

**4.10:** Assinale a(s) alternativa(s) correta(s), sobre um CLP:

- a) Durante a execução do ciclo de SCAN, as memórias imagens são imutáveis.
- b) Os valores acumulados de contagem e temporização são exemplos de variáveis internas.
- c) A saída DONE de um temporizado somente é acionada quando o valor acumulado atinge o valor predefinido.
- d) Os temporizadores podem ter seus valores acumulados de temporização reiniciados pelos comandos RES, assim como nos contadores.

**4.11:** Assinale a(s) alternativa(s) correta(s), sobre um Temporizadores e Contadores:

- a) A instrução RES pode ser utilizada em temporizadores para zerar o tempo transcorrido.
- b) A saída DONE de um temporizador somente é habilitada quando o tempo transcorrido é maior ou igual o tempo predefinido.
- c) Em um contador crescente CTU, caso a contagem atingida o valor predefinido, a própria saída DN pode ser utilizada para resetar o contador. Neste caso, DN permanecerá em nível lógico alto por apenas um ciclo de SCAN.
- d) Durante a varredura (SCAN), as instruções básicas de um contador e de um temporizador são comparações. Caso a condição comparada seja satisfeita, uma ação é tomada.

## 4.2 Linguagem de Programação: Ladder

**4.1:** Os diagramas LADDER a seguir indicam duas representações de contatos de selo normalmente encontradas em sistemas de partida e desligamento de máquinas. Discuta a diferença entre ambas representações. Represente tais diagramas utilizando instruções de Set-Reset.

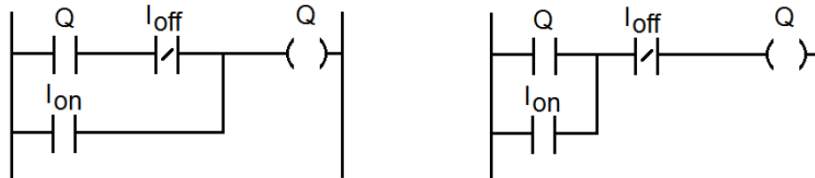


Figura 4.4: Exercício 4.1.

Escolha uma das representações acima e sugira uma aplicação voltada à automação industrial.

**Sugestões:** Sistemas de alarme ou de irrigação, portão eletrônico, dentre outros.

**4.2:** Dado o diagrama LADDER a seguir e as conexões existentes em um PLC, descreva o seu princípio de funcionamento após analisar seu comportamento durante alguns ciclos de execução. Qual é a função realizada pelas linhas 3 e 4 do código Ladder?

**Considerações:** O ciclo do PLC é de 1 s. BTN\_L e BTN\_D são respectivamente botoeiras de liga e de desliga. RT é um relé térmico do motor M. Por fim, L é uma lâmpada de indicação. N0, N1 e N2 são variáveis virtuais (auxiliares).

Tempo (s)	0	1	2	3	4	5	6
BTN_L	0	1	0	0	0	0	0
BTN_D	0	0	0	0	0	0	0
RT	0	0	0	0	0	1	0
L							
M							
N0							
N1							
N2							

**4.3:** Numa pequena parte de uma planta de empacotamento de produtos, caixas de dois tamanhos são transportados através de uma mesma esteira acionada pelo motor M. Esta parte tem como prioridade empacotar caixas de maior dimensão, sendo as caixas de menor dimensão enviadas ao setor responsável, aqui denominado “Processo Secundário”. Sensores de presença (SP01 e SP02) são instalados na linha de transporte, a fim de detectar a altura das caixas.

Para o setor de embalagem devem ser enviadas 5 caixas grandes. Quando este número é atingido e a última caixa deixa a esteira, o transporte deve parar por 60 segundos e ser reiniciado em seguida. **Nota:** A detecção

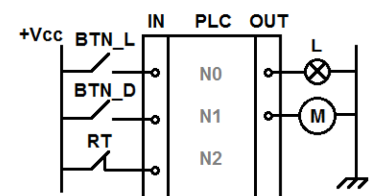


Figura 4.5: Exercício 4.2.

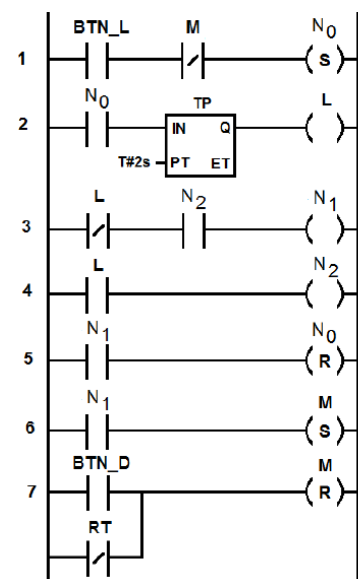


Figura 4.6: Exercício 4.2.

de uma caixa deve ser realizada mediante uma borda de descida. Após deixar o sensor, a caixa leva 5 segundos para deixar a esteira.

Caso uma caixa pequena seja detectada, o selecionador de caixas SEL\_BOX deve ser acionado passando da posição A para a B. Um terceiro sensor de presença SP03 indica que a caixa equivocada foi encaminhada para o processo correspondente e, conseqüentemente, que o selecionador de caixas SEL\_BOX deve retornar à posição A.

Dado que o projeto deve prever botoeiras de partida e parada do processo, elabore o diagrama Ladder correspondente. Sugestão: Utilize instruções de set-reset e sensores do tipo NA.

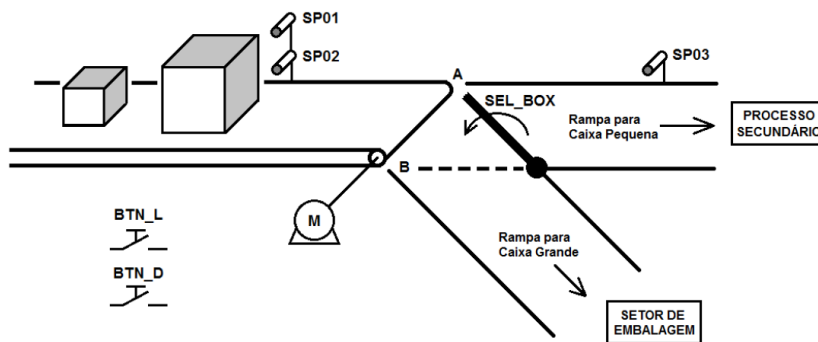


Figura 4.7: Exercício 4.3.

**4.4:** Dado o diagrama LADDER a seguir, preencha a tabela abaixo e descreva o seu princípio de funcionamento após analisar seu comportamento durante alguns ciclos de execução. Considerações: O ciclo do PLC é de 1 s. I1 é uma botoeira, S1 é uma lâmpada de indicação e M é um motor. N0, N1 e N2 são variáveis virtuais (auxiliares).

Tempo (s)	0	1	2	3	4	5	6	7	8
I1	0	1	0	0	0	0	0	0	0
S1									
M									
N0									
N1									
N2									

**4.5:** A figura seguinte representa um sistema automático de engarrafamento de cerveja. As garrafas são transportadas em uma correia transportadora movida pelo motor M. O enchimento é efetuado pela bomba B1, a partir de um depósito alimentado pela bomba B2. Este depósito possui dois sensores de nível N1 e N2 calibrados para que o volume entre os níveis N2 e N1 seja igual à capacidade das garrafas (0,6 litros).

Desde que o interruptor de funcionamento C o permita, o processo de engarrafamento contínuo é o seguinte: quando uma garrafa chega à posição de enchimento (R acionado), a correia transportadora para e a garrafa deve receber exatamente 600ml de produto. Depois de cheia, a

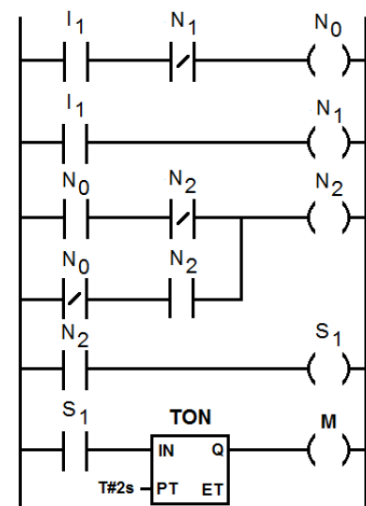


Figura 4.8: Exercício 4.4.



garrafa avança e pode ser tratada a próxima garrafa da cadeia. Desligando o interruptor C, o processo para, com o cuidado de não deixar nenhuma garrafa com volume diferente de 600 ml.

Para otimização do processo, é desejável que o tempo de transporte da garrafa a encher seja também utilizado para encher o depósito. Vale dizer que a distância entre duas garrafas consecutivas pode variar bastante.

A cada conjunto de seis garrafas cheias que sai da esteira, o processo é interrompido e o sinal luminoso L é acionado por três segundos indicando que o início da operação da máquina de embalagem (não considerada nesta questão). Finalizada a embalagem do fardo, o processo reinicia.

Apresente um programa Ladder para PLC que controle o funcionamento do sistema automático de engarrafamento de cerveja.

**4.6:** Dado o diagrama LADDER a seguir, preencha a tabela abaixo e descreva o seu princípio de funcionamento após analisar seu comportamento durante alguns ciclos de execução.

Considerações: O ciclo do PLC é de 1 s. I é uma botoeira, L é uma lâmpada de indicação, M é um motor e RT é um relé térmico. N0, N1 e N2 são variáveis virtuais (auxiliares).

Tempo (s)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
I	0	1	1	0	0	1	0	1	0	0	0
RT	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
L											
M											
N0											
N1											
N2											

- Descreva o princípio de funcionamento detalhado do sistema.
- Explique a questão de prioridade da partida e desligamento do sistema com base no princípio de funcionamento do CLP.
- Tome o instante de tempo 5 s e descreva o fluxo de informação das variáveis internamente ao CLP, enfatizando as memórias internas e as memórias imagem.
- Explique a função conjunta realizada pelas linhas 2 e 3 do código Ladder.

**4.7:** Uma das chaves de partida de motores mais utilizadas na indústria é a estrela-triângulo. Ela tem por função reduzir a corrente de partida do motor. Para essa chave de partida são utilizados três contadores, que devem ser acionados na sequência descrita a seguir:

- Ligam-se os contadores K3 e K1;
- Após transcorridos três segundos, desliga-se K3; espera-se meio segundo e liga-se K2.

Considerando que duas botoeiras para partida e desligamento, proponha o diagrama Ladder para este sistema.

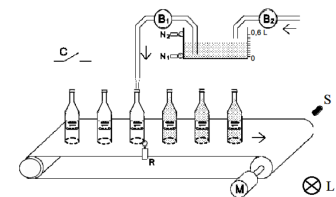


Figura 4.9: Exercício 4.5.

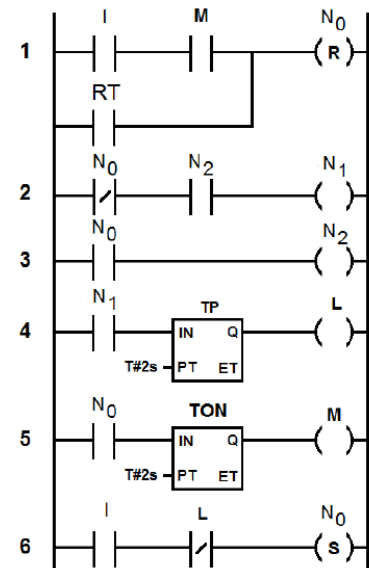


Figura 4.10: Exercício 4.6.

**4.8:** Para segurança do operador, o acionamento de uma prensa hidráulica deve ser feito quando forem pressionadas duas chaves simultaneamente. O acionamento é feito de maneira que, quando for acionada a primeira chave, não possa transcorrer mais do que um segundo até que a segunda chave seja acionada. A prensa deve parar imediatamente se o operador retirar uma das mãos das chaves. Elabore um programa em linguagem Ladder para o problema apresentado.

**4.9:** O sistema de controle de acesso ao estacionamento subterrâneo do supermercado Amantino de Viçosa possui dois sensores de presença localizados no início e no fim da rampa de acesso, denominados Sa e Sb, respectivamente. Quando Sb é acionado, indica que um veículo está deixando o estacionamento. Neste instante, a sirene H é acionada, informando aos veículos localizados na via de acesso, que haverá uma saída do estacionamento. A sirene é desativada dois segundos após Sa haver sido acionado. Note que a sirene não é acionada em uma situação de entrada no estacionamento.

Visando evitar uma situação de desconforto ao buscar uma vaga em um estacionamento repleto, a gerência deste supermercado contratou um grupo de especialistas em automação para inserir um sistema de contagem de vagas. Sabendo que o número total de vagas é igual a 50, deve-se agregar ao sistema descrito anteriormente um limitador de vagas, o qual deve acionar um indicador luminoso L quando o número de vagas houver esgotado.

Proponha uma solução geral para o sistema. Assuma que os sensores adotados são do tipo NA.

**4.10:** Um novo sistema de transporte coletivo está para ser implementado em um grande centro. Dentre suas características, a principal delas é o fato dele ser completamente autônomo. Uma vez que o veículo esteja no terminal de embarque e desembarque, os usuários do sistema devem ascender ao veículo pela porta dianteira e descender pela porta traseira. Neste caso, supõe-se que a entrada ou a saída seja de um a um.

Devido ao seu caráter autônomo e sabendo que sua lotação é de 30 passageiros, a porta de entrada do veículo somente é aberta, caso existam vagas disponíveis. Vale dizer que o veículo obrigatoriamente deve parar em todos os terminais (um sensor de presença instalado em cada terminal indica sua presença), porém, para que a porta de saída seja habilitada, é necessário pressionar na parte interna do veículo um botão. O tempo de permanência em cada terminal é de 15 s. Após transcorrer 12 s, um sinal sonoro é acionado, a fim de informar que o veículo está por partir. Faça o diagrama Ladder do sistema proposto.

Nota: O sistema autônomo deve conter uma chave de partida e outra de emergência. O acionamento autônomo de aceleração e frenagem está fora do escopo desta proposta.

**4.11:** Dado o diagrama LADDER a seguir, preencha a tabela abaixo após analisar seu comportamento durante alguns ciclos de execução.

Considerações: O ciclo do PLC é de 1 s. I é uma botoeira, L é uma lâmpada de indicação, M é um motor e RT é um relé térmico. N0, N1 e N2 são variáveis virtuais (auxiliares).

Tempo (s)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
I	0	1	1	0	0	1	0	1	0	0	1	1	1	1	0	1
RT	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
L																
M																
N0																
N1																
N2																

- Descreva o princípio de funcionamento detalhado do sistema representado pelo sistema Ladder.
- Discuta o problema apresentado após os 10s de funcionamento e proponha um novo sistema de acionamento (ligar e desligar) para substituir o sistema descrito pelas linhas 1 e 6 do diagrama Ladder apresentado.
- Tome o instante de tempo 5s e descreva o fluxo de informação das variáveis internamente ao CLP, enfatizando as memórias internas e as memórias imagem.

**4.12:** Em um programa de auditório, duas pessoas são colocadas frente a frente para responder as perguntas de um apresentador. O direito de resposta é dado ao participante que primeiro pressionar a botoeira a sua frente. Detalhando o sistema, pode-se dizer que existem duas botoeiras, normalmente aberta, na frente de cada participante. O apresentador ao terminar de ditar a pergunta pressiona uma outra botoeira, a qual aciona um sinal luminoso de prontidão por três segundos. Ao término desse tempo, o sinal luminoso se apaga, liberando o sistema de acionamento dos competidores (ou seja, as botoeiras dos participantes estão habilitadas a executar alguma ação). Dois sinais luminosos instalados na mesa dos participantes indicam qual deles acionou primeiro sua botoeira. Em caso do empate, ou seja, ambos acionam ao mesmo tempo, o sistema automaticamente soa um alarme por dois segundos e, na sequência, novamente aciona o sinal luminoso de prontidão.

Todos os sinais luminosos, caso acionados, são desabilitados pelo apresentador.

Faça o diagrama ladder do sistema descrito acima. Na sequência, apresente sua tradução para lista de instruções. Nota: É obrigatório o uso das variáveis da tabela abaixo.

Entradas	Saídas
I1 - Botão A	Q1 - Indicador A
I2 - Botão B	Q2 - Indicador B
I3 - Botão Apresentador	Q3 - Indicador Apresentador
	Q4 - Alarme Sonoro

**4.13:** Suponha que na empresa de cimentos e agregados Holcim exista um braço robótico capaz de retirar cimentos ensacados de uma esteira A e abastecer duas esteiras do setor de paletização (B e C). A existência

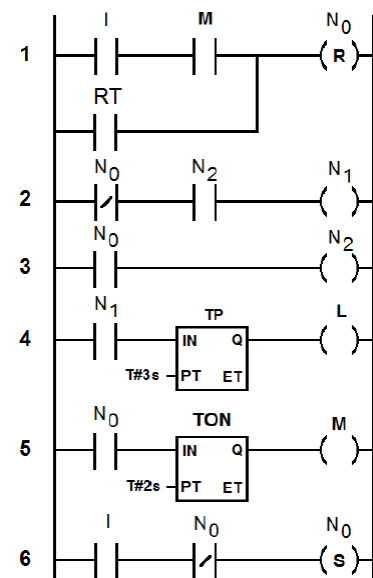


Figura 4.11: Exercício 4.11.

de duas esteira visa alterar a orientação dos cimentos ensacados para a montagem dos paletes.

O movimento das esteiras acontece da seguinte forma. A esteira A conduz sacos de cimento até o braço robótico. Quando o sensor de presença SA detecta uma unidade do produto, a esteira A para, indicando que o braço robótico está pronto para redirecioná-la. Assim que o saco de cimento deixa o sensor, a esteira A é novamente acionada. As esteiras B e C somente começam a se mover quando o braço mecânico libera a unidade sobre a esteira. Este evento é detectado pelos sensores SB e SC, respectivamente. As esteiras B e C são acionadas por 20 segundos. Caso uma outra unidade seja colocada pelo braço na esteira já em movimento, a contagem de tempo é reiniciada.

Em relação ao controle do braço, este é feito através do acionamento dos motores ME e MD, que giram o braço para esquerda e direita, respectivamente. Os sensores de fim de curso SFA, SFB e SFC indicam que o braço está orientado para as esteiras A, B e C, respectivamente. As unidades de cimento devem ser colocadas de forma alternada nas esteiras B e C.

Considere que a tarefa de agarrar e liberar um saco de cimento já se encontra implementada.

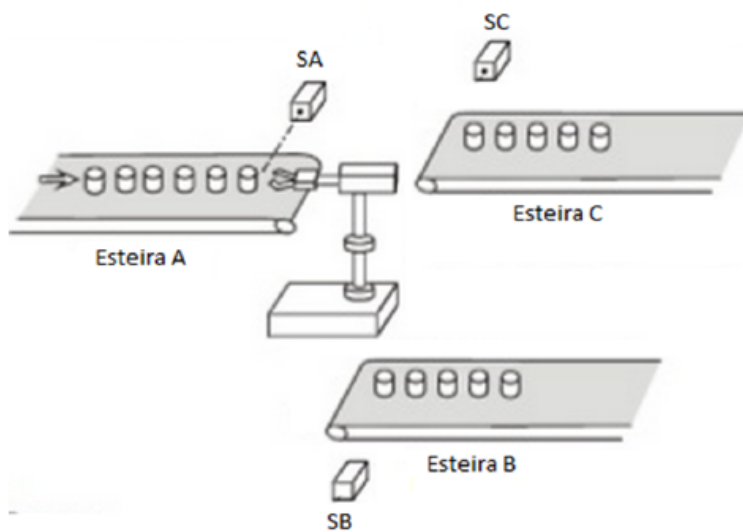


Figura 4.12: Exercício 4.13.

Proponha um diagrama Ladder para o sistema.

Limitações: O CLP compila no máximo 15 linhas de código. Ele possui apenas uma instrução de contagem e cinco de temporização. Não há temporizadores do tipo TON. Há um limite máximo de cinco variáveis auxiliares nas memórias internas do programa.

**Sugestão de resolução:** Separar as lógicas de acionamentos por circuitos.

**4.14:** Dado o diagrama LADDER a seguir, preencha a tabela abaixo analisando seu comportamento durante alguns ciclos de execução. Considerações: O ciclo do CLP é de 1 s. P, S e G representam chaves de acesso do proprietário, supervisor e gerente, respectivamente. L, T e A representam uma lâmpada de acesso, uma trava de segurança e um alarme, respectivamente. M e N são variáveis auxiliares.

Tempo (s)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
P	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	0	0
S	0	0	1	1	1	1	0	0	1	0	1	1	0
G	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1
L													
T													
A													
M													
N													

- Descreva o princípio de funcionamento detalhado do sistema representado pelo sistema Ladder.
- Relacione as variáveis dadas com os módulos e memórias presentes no CLP, a fim de descrever seu princípio de funcionamento. Mencione na descrição os conceitos de Ciclo de SCAN e de Sistema em Tempo Real.

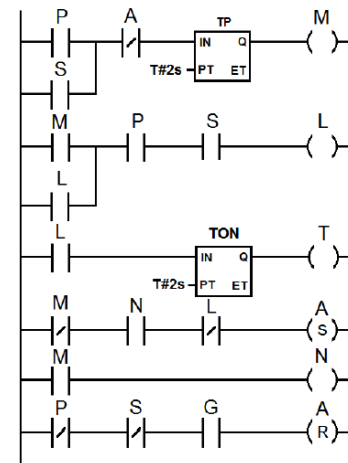


Figura 4.13: Exercício 4.14.

**4.15:** Em uma dada cidade, há uma linha férrea que corta uma de suas mais importantes avenidas. Com o intuito de minimizar acidentes durante o cruzamento de vias, a prefeitura firmou um contrato com a concessionária gestora da ferrovia para instalação de cancelas automáticas. Inicialmente, foram instalados dois sensores de presença (SA e SB) na extensão da linha, cuja finalidade é detectar o início e o fim do comboio (locomotiva + vagões). Na sequência, para alertar pedestres e motorista, um alarme sonoro (QA) foi instalado no cruzamento das vias. Ele é ativado ao se detectar o início de um comboio e é desativado cinco segundos após o último elemento do comboio passar por um terceiro sensor de presença (SC), localizado no cruzamento. O princípio de funcionamento das cancelas (QC) segue a lógica do alarme sonoro.

Para fins tarifários, a prefeitura necessita ter conhecimento da natureza do comboio (carga ou passageiros). O critério de diferenciação adotado é o número de elementos do comboio. Caso este número seja superior a 15 unidades, considera-se que o comboio é de carga; caso contrário, de passageiros. Após classificação, um sinalizador visual é ativado para representação de um comboio de passageiros (CP) ou de carga (CC). Tais sinalizadores são desligados ao se detectar um novo comboio.

Com base nas condições apresentadas para o problema e na figura ilustrativa a seguir, proponha uma solução utilizando diagrama Ladder.

**4.16:** O procedimento de controle de largada de uma corrida de Fórmula 1 apresenta o princípio de funcionamento explanado a seguir. Primeiramente, verifica-se junto à direção de prova o posicionamento e o alinhamento dos carros no grid segundo suas classificações. Após verificação, o comissário de prova está autorizado a pressionar o botão

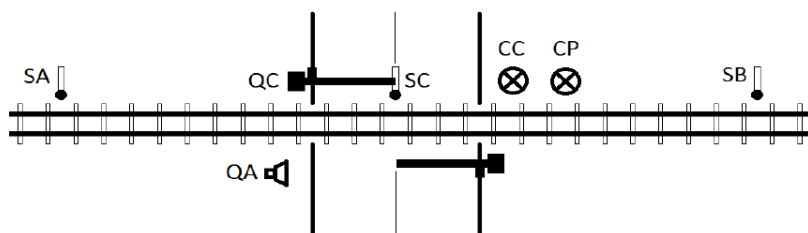


Figura 4.14: Exercício 4.15.

que irá iniciar o processo. Uma vez pressionado, ativa-se a primeira lâmpada vermelha de um total de cinco.

A lâmpada subsequente acende dois segundos após o acendimento da lâmpada precedente. Por fim, quando todas as lâmpadas estão acesas, espera-se dois segundos e todas elas são apagadas simultaneamente indicando o início da corrida. Seu objetivo, como projetista, é propor uma solução para o procedimento de controle de largada de uma corrida de Fórmula 1, utilizando um CLP com restrições de blocos de funções especiais. Especificamente, o CLP possui três temporizadores configuráveis, quatro contadores configuráveis e quatro conjuntos de instruções Set/Reset. Apresente as variáveis de entrada e saída do sistema e, na sequência, solucione o problema utilizando Diagrama Ladder.

**4.17:** Assinale Verdadeiro (V) ou Falso (F) nas alternativas abaixo. Caso a sentença seja verdadeira, explique e/ou exemplifique. Caso contrário, justifique a alternativa.

- a) ( ) Dado que a figura abaixo está em escala, através do diagrama Ladder, é possível verificar se o carro está passando de A para B ou vice-versa, em função das leituras dos sensores de presença S1 e S2.

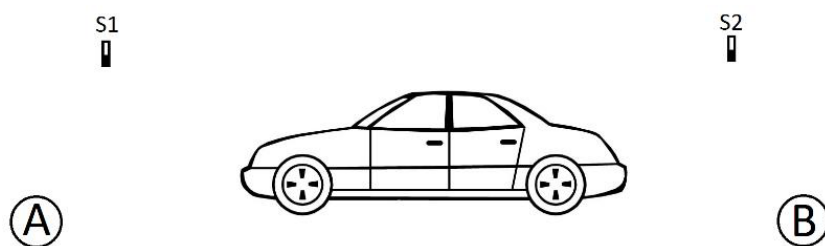


Figura 4.16: Exercício 4.17.

- b) ( ) Dado que a figura abaixo está em escala, através do diagrama Ladder, é possível verificar se o carro está passando de A para B ou vice-versa, em função das leituras dos sensores de presença S1 e S2.
- c) ( ) Os diagramas Ladder a seguir indicam um sistema de acionamento com retenção, cuja diferença em termos de funcionamento interno do CLP está na prioridade da habilitação (ou não) da saída.
- d) ( ) Qualquer temporizador pode ser criado a partir de outro.

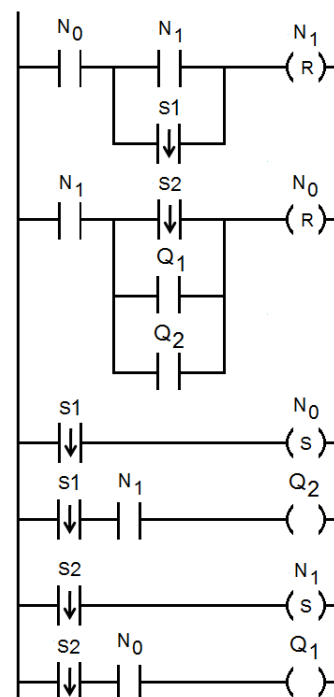


Figura 4.15: Exercício 4.17.

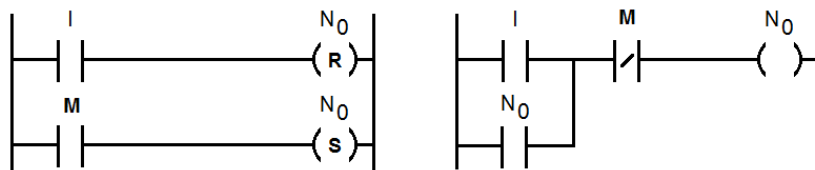


Figura 4.17: Exercício 4.17.

- e) ( ) A instrução em Ladder a seguir apresenta o resultado lógico dado por

$$L = (I + LM)(ET < PT)$$

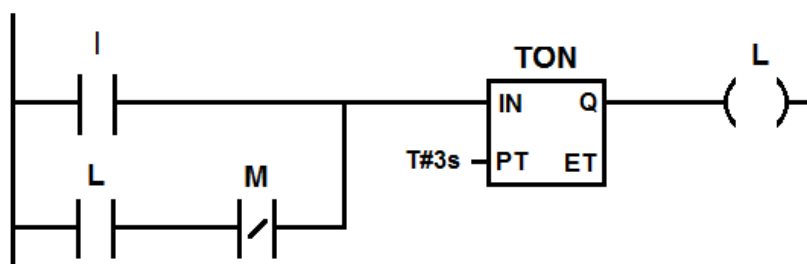


Figura 4.18: Exercício 4.17.

**4.18:** Um sistema semafórico deve ser instalado em um cruzamento de duas vias de mão dupla perpendiculares entre si. Os motoristas dessas vias podem seguir em frente ou girar a direita no cruzamento. Deseja-se armar um sistema semafórico de dois tempos, de modo que ora a via horizontal tenha prioridade, ora a via vertical tenha prioridade. Tendo em vista que este cruzamento é parte de uma avenida de grande extensão, limitações de blocos funcionais do CLP foram impostas ao desenvolver do projeto. No caso, somente dois temporizadores do tipo TON podem ser utilizados para solucionar as propostas a seguir:

- Um sistema de controle de tráfego, cujo tempo de verde e amarelo seja igual a 5 segundos.
- Um sistema de controle de tráfego, cujo tempo de verde seja igual a 15 segundos e de amarelo, 5 segundos.

Como projetista, apresente uma solução para cada proposta usando Lógica Ladder.

**Considerações:** Saídas Hr, Hy e Hg para os semáforos horizontais, e Vr, Vy e Vg para os verticais. O CLP não possui instruções de contagem disponíveis. As demais funções especiais podem ser utilizadas.

**Nota:** Desconsidere o acionamento dos pedestres na lógica a ser desenvolvida.

**4.19:** Um projeto de automação para aquecimento de um silo de porcas e esferas consiste em utilizar duas botoeiras para ligar e desligar uma carga resistiva (80W, 24V), instalada na base.

Um contato do tipo selo foi utilizado para o controle do estado da carga. Além disso, a fim de garantir a segurança do sistema, foi feito um esquema elétrico na ligação das botoeiras de forma que, caso haja desconexão física da botoeira de desliga, o sistema deverá desligar automaticamente e não permitir novo ligamento até que a botoeira desliga seja reconectada ao CLP. Dois sensores de temperatura (5V, 50mV/°C) estão instalados na base e no topo do silo. Caso a temperatura da base seja maior que 50°C e a do topo seja 10% menor que a da base, a carga resistiva também é desligada.

Apresente o Ladder da automação proposta e o esquema elétrico no diagrama do CLP Clic-02 20 VT-D mostrado abaixo.

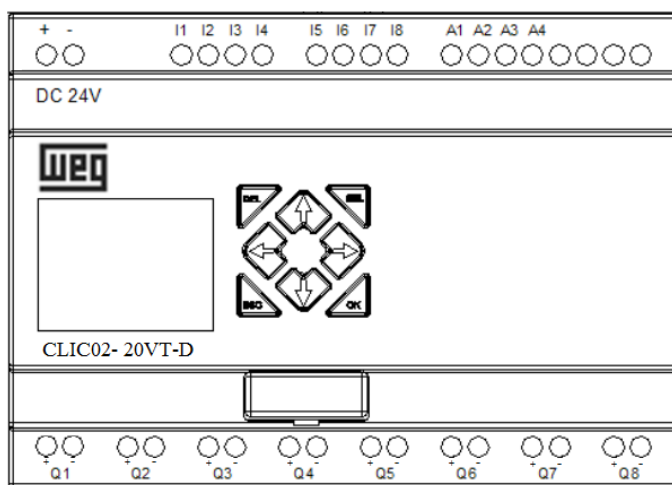


Figura 4.19: Exercício 4.19.

**4.20:** Descreva do princípio de funcionamento do diagrama Ladder a seguir.

Considere: I1 – Botoeira de Partida,

Q1 – Lâmpada de Indicação e

Q2 – Motor de Agitação.

**Obs.:** Para o sistema está sendo considerado a linguagem Ladder padrão.

**4.21:** Assinale Verdadeiro (V) ou Falso (F) nas alternativas abaixo. Caso a sentença seja verdadeira, explique e/ou exemplifique. Caso contrário, corrija a sentença, a fim de justificar a alternativa.

- a) ( ) O diagrama Ladder a seguir apresenta a associação de três portas lógicas básicas.

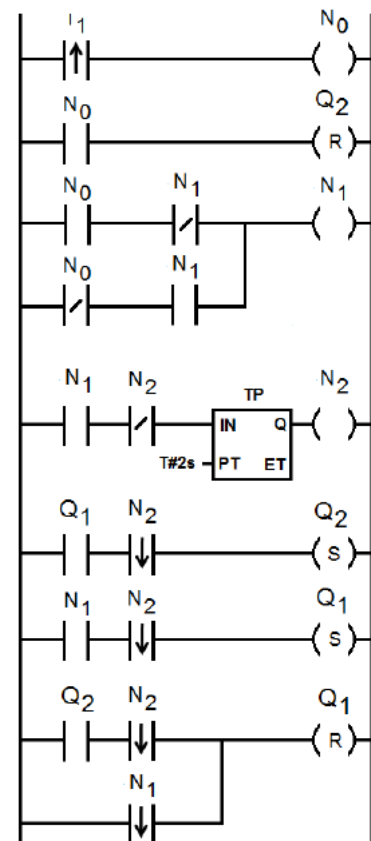


Figura 4.20: Exercício 4.20.



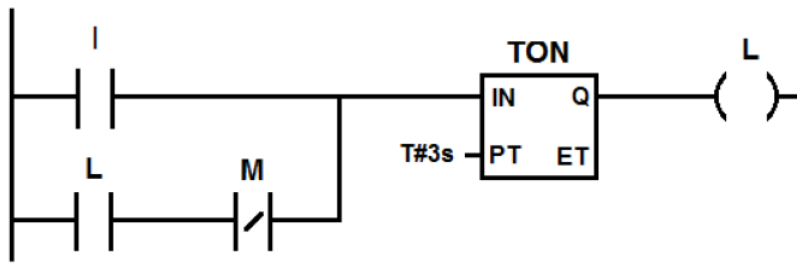


Figura 4.21: Exercício 4.21.

- b) ( ) Considerando o diagrama Ladder da primeira questão, quando a saída Q2 é ativada, é necessário um ciclo de SCAN para que a saída Q1 seja desativada.
- c) ( ) Para um ciclo de SCAN de 300ms para o diagrama Ladder da primeira questão, após N2 ser ativada, a saída Q1 será habilitada após 7 ciclos de SCAN.
- d) ( ) Em um diagrama Ladder contendo um contador do tipo crescente (CTU), a instrução de incrementar a contagem apresenta menor prioridade a instrução de zerar a contagem.
- e) ( ) Devido a limitação da passagem de altas correntes nas saídas do CLP Clic02 WEG ao ser utilizado em aplicações de grandes potências, somente é necessário conectar as saídas a relés de potência, para que a atuação da carga seja realizada.

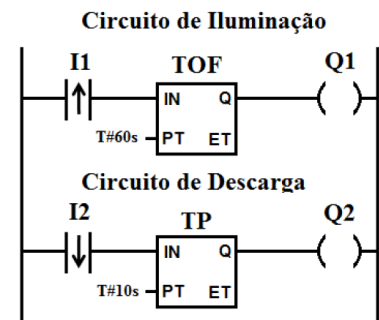


Figura 4.22: Exercício 4.22.

**4.22:** Em alguns estabelecimentos já é possível encontrar banheiros com um dado nível de automação, principalmente relacionado à economia de energia e água. O diagrama Ladder a seguir demonstra uma solução típica para controle de luminosidade (lâmpadas) e controle de descarga nos sanitários. Em cada um dos sistemas há um problema de lógica, identifique tais problemas e apresente uma nova solução.

**Obs.:** O CLP utilizado não apresenta restrições.

Considere: I1 – Sensor de presença do circuito de iluminação

I2 – Sensor de presença dos sanitários

Q1 – Lâmpadas dos estabelecimentos

Q2 – Acionamento das descargas.

**4.23:** Para um circuito de prioridade em última ação, com três botoeiras de acionamento e uma de desligamento geral, apresenta uma solução em Ladder.

**4.24:** No contexto de temporizadores para CLP:

- a) Explique por que não é possível construir um TON a partir de um TP.  
Nota: Apresente os gráficos de funcionamento dos temporizadores ao redigir a resposta.

- b) Construa em linguagem Ladder um oscilador assimétrico com tempo de baixa de 2 segundos e de alta 5 segundos, utilizando um temporizador TP e um TOF.

**4.25:** Um circuito de controle é utilizado para detectar e contar o número de produtos transportados em uma linha de montagem. Para iniciar o processo, é pressionado o botão liga, o qual aciona uma esteira de transporte. Um sensor é utilizado para contagem dos produtos. Quando forem contados cinco produtos, uma prensa deve ser acionada por um período de dois segundos. Na sequência, o transporte dos produtos é reiniciado. Deve ser previsto um botão de parada para finalizar o processo.

**Nota:** Faz-se necessário considerar o tempo de um segundo entre a saída do produto da frente do sensor e sua entrada na prensa.

Faça o diagrama ladder do sistema descrito acima. Na sequência, apresente sua tradução para lista de instruções. Nota: é obrigatório o uso das variáveis da tabela abaixo.

Entradas	Saídas
I1 - Botão de liga	Y1 – Esteira
I2 - Botão de desliga	Y2 - Prensa
I4 - Sensor de Presença	

**4.26:** Foi conferida a você a tarefa de automatizar um elevador de transporte de refeições encontrado em restaurantes. Sabendo que A e B são botoeiras tipo “Push-Button”, Sa e Sb são sensores de contato do tipo “Fim de Curso” e o motor acoplado ao elevador pode e deve girar no sentido horário (MSH) e no anti-horário (MSAH) para fazer o transporte de itens entre a cozinha e o restaurante.

Proponha uma solução de controle do elevador de refeições em Ladder.

Descreva detalhadamente o princípio de funcionamento de sua proposta e apresente as debilidades e limitações do projeto caso existam.

**Nota:** Deve ser possível “chamar” o elevador do restaurante se o mesmo estiver na cozinha e vice-versa.

**4.27:** Uma dada empresa com centenas de funcionários possui uma série de estacionamentos privados. O estacionamento principal da empresa possui 35 vagas. Todos os funcionários da empresa apresentam o mesmo nível de acesso e todos eles possuem um controle remoto capaz de abrir e fechar todos os portões eletrônicos dos estacionamentos da empresa.

Ao projetista, deseja-se automatizar o sistema de acesso ao estacionamento principal da empresa utilizando um CLP e lógica Ladder. O esquema é apresentado na figura a seguir.

Os sensores de fim de curso A e F indicam que o portão está aberto e fechado, respectivamente, enquanto C indica colisão com o veículo.

As saídas Ma e Mf indicam o sentido de giro do motor para abertura e fechamento do portão, respectivamente.

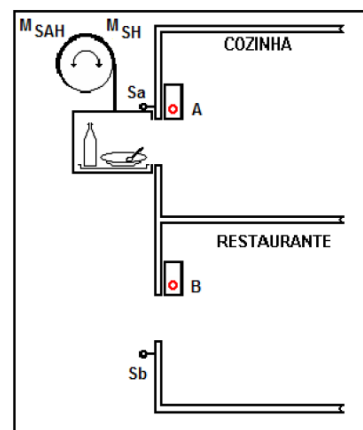


Figura 4.23: Exercício 4.26.

**Nota:** Os botões deverão ser do tipo "*push-bottom*". O sensor de presença também deverá ser do tipo NA.

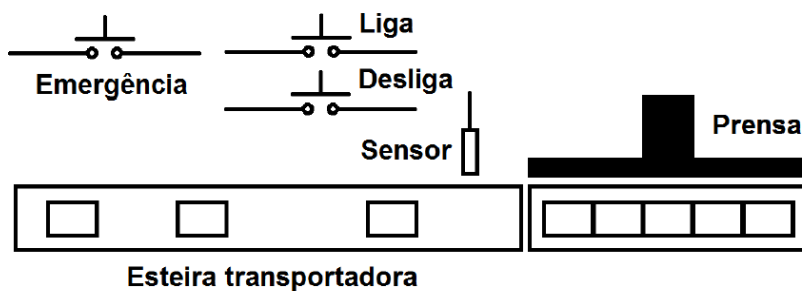


Figura 4.25: Exercício 4.28.

**4.29:** Com relação à visita técnica realizada na siderúrgica visitada (citar nome da empresa), proponha um enunciado de um problema de automação referente a parte do processo observado. O problema deve conter:

- No mínimo quatro entradas e quatro saídas;
- Duas situações que necessitem de algum tipo de temporizador;
- No mínimo duas situações de alarme.

Após descrever o enunciado do problema, apresente sua solução através de um diagrama LADDER.

Nota: O detalhamento do enunciado é primordial para entendimento do processo e análise da solução.

Por fim, discuta, no ponto de vista de um sistema supervisório, a função de cada um dos alarmes descritos no problema apresentado.

**4.30:** Deseja-se realizar a tarefa de irrigação de uma lavoura de pequeno porte através de um controlador lógico programável (CLP) com recursos estritamente limitados em termos de dispositivos periféricos de entrada e saída e de blocos funcionais. Em outras palavras, o CLP possui apenas duas entradas, seis saídas e um número máximo de dez blocos funcionais (temporizados e contadores) e quinze contatos auxiliares (*flags*).

Na descrição do sistema completo, deve-se controlar o acionamento discreto de uma bomba de sucção de água de um reservatório, um dispositivo giratório de irrigação (pivô) com três níveis de vazão d'água e um conjunto luminoso de verificação do estado de funcionamento do sistema, através das botoeiras BB e BP do tipo NA (normalmente aberta).

Funcionamento da bomba de sucção: Ao pressionar BB momentaneamente, a bomba BS é acionada, com o intuito de alimentar o pivô de irrigação. Seu desligamento é também realizado por BB, porém é necessário garantir que o pivô de irrigação já esteja desligado.

Funcionamento do pivô de irrigação: Caso BP seja pressionado momentaneamente e BS já esteja habilitado, então o pivô é acionado no nível 1 (PI1). Caso BP seja pressionado novamente e PI1 esteja acionado, então o pivô é acionado no nível 2 (PI2). Caso BP seja pressionado mais uma vez e PI2 esteja acionado, então o pivô é acionado no nível 3 (PI3). Por fim, se BP for pressionado novamente e estando PI3 acionado, PI1 é acionado e

o ciclo de troca de níveis se repete. Por sua vez, caso BP seja acionado por um intervalo maior que 3 s, o pivô é desligado, ou seja, nenhum nível habilitado.

**Nota:** PI1, PI2 e PI3 são níveis discretos exclusivos e independentes.

Em adição, o sistema deve possuir dois sistemas de sinalização para verificação de funcionamento descritos a seguir:

- a) Ao manter BB pressionado por mais de 2 s e pressionar por uma vez BP, o sistema verifica se a bomba de sucção está acionada e habilita um sinal luminoso LB, que desligar ao liberar BB e BP;
- b) Ao manter BB pressionado por mais de 2 s e pressionar momentaneamente por duas vezes BP, o sistema verifica se o pivô de irrigação está acionado em algum dos níveis e habilita um sinal luminoso LP, que desligar ao liberar BB e BP.

Construa o diagrama Ladder para o sistema apresentado.

**4.31:** No contexto de Domótica (casa inteligente), o controle de acesso à garagem de uma residência é realizado através de um portão eletrônico, acionado por um controle remoto de um único botão B multifuncional.

Para indicar abertura ou fechamento total do portão existem, respectivamente, os sensores AS e SF. Caso o botão B seja pressionado e o portão esteja fechado, esse deve abrir acionando um motor no sentido horário (MH). Uma vez aberto, ao pressionar B, o portão deve fechar, acionando o motor no sentido anti-horário (MA).

Para sinalização dos pedestres, um alarme sonoro deve ser habilitado 2s antes de iniciar a abertura do botão, permanecer ligado enquanto o portão estiver aberto e desligar 2s após o portão ser completamente fechado.

Condições particulares do botão B:

- a) Caso o portão esteja abrindo e B seja pressionado, a abertura deve cessar. Caso B seja pressionado novamente, o portão deve fechar.
- b) Caso o portão esteja fechando e B seja pressionado, o fechamento deve cessar. Caso B seja pressionado novamente, o portão deve abrir.
- c) O alarme de sinalização dos pedestres pode ser inibido se o botão B for mantido pressionado por 3 s.
- d) Um sensor de colisão SC está presente no sistema, para o caso de uma colisão entre o veículo e o portão durante seu fechamento. Caso SC seja acionado, o portão deve parar e iniciar sua abertura após pressionar B.

Agora, pensando na integração do conforto e segurança do motorista, as luzes da garagem são acionadas pelos faróis do veículo. Seu funcionamento consiste em piscar os faróis altos diante do portão fechado e, em seguida, pressionar B. Ao realizar esta sequência, o sensor sensível a iluminação SLP instalado no portão registra esse padrão e, antes de acionar o sistema de iluminação, comparada com outro sensor de luminosidade SLC de contexto (verifica situação de dia ou noite). Caso SLC esteja acionado, indicando período noturno, as luzes se acescem e assim permanecem por 30s após fechamento completo do portão.

Projete o diagrama Ladder para o sistema descrito.

**4.32:** Deseja-se automatizar o sistema de embarque de uma montanha-russa, levando em consideração a dinâmica na entrada e saída dos usuários. Para isso foram instalados sensores e atuadores específicos nos acessos de entrada e saída ao brinquedo.

Considere que a montanha-russa possua apenas um carro com seis filas de quatro para passageiros e que o tempo gasto para completar o trajeto completo seja de 35 segundos.

Dois sensores de presença (SI e SF) localizados nas extremidades do terminal de embarque e desembarque detectam a presença do carro. SI é o sensor responsável por indicar o ingresso do carro no terminal de embarque.

Portas automáticas são utilizadas para permitir a entrada e saída dos passageiros.

**Portas de Entrada:** Existem duas portas para ingresso ao carro da montanha-russa, uma para os passageiros da primeira fila e outra os demais. A entrada por cada uma delas é realizada de forma individual e existem dois sensores de presença SC1 e SC2 localizados um em cada entrada. As portas de entrada são abertas dez segundos após as portas de saídas terem sido fechadas. Elas são fechadas independentemente e automaticamente ao atingir a lotação da(s) fila(s) associadas. Caso não haja passageiros suficientes para completar o carro, o operador pressiona uma botoeira BFE para fechar ambas portas de entrada.

**Portas de Saída:** Para saída do brinquedo, existem seis portas localizadas na direção das filas dos carros. As portas se abrem cinco segundos após SI ser habilitado. As portas se fecham trinta segundos após detecção da presença completa do carro no terminal de embarque. Se por alguma eventualidade, o tempo de desembarque não for suficiente para liberar todos os assentos, o operador deve realizar a operação de abertura e fechamentos das portas de saída manualmente através dos botões de abrir BAS e fechar BFS.

Uma vez que as portas de entrada estejam fechadas, o operador do sistema aciona uma botoeira BTS que irá acionar a trava de segurança TS dos passageiros no carro. TS é desativada quando o carro está completamente fora no terminal de embarque.

A liberação do carro somente poderá ocorrer após acionamento das travas de segurança dos passageiros. Caso isso seja verificado, uma botoeira BL aciona a corrente de elevação do carro CE, a qual é desativada após dez segundos após o carro passar por um sensor de presença SCE, localizado na parte mais alta da montanha-russa.

Construa o diagrama Ladder para o sistema apresentado.

**4.33:** O meio de elevação, também conhecido como teleférico, é um equipamento que comumente existe em estações de esqui, para levar os praticantes desse esporte de um nível a outro mais alto. Na estação de esqui de Portillo, nos Andes Chilenos, o teleférico Las Lomas possui um comprimento de 601 m em um desnível de 131 m. Por ser um equipamento

considerado essencial, seu funcionamento e sua manutenção deve ser constante.

O princípio de funcionamento padrão do teleférico é basicamente o seguinte: uma chave P de partida/parada é responsável pelo acionamento da cadeia de motores M, responsáveis pelos deslocamentos das cadeiras de elevação.

O acesso dos usuários às cadeiras é realizado por meio de cancelas nas proximidades da plataforma de embarque. As cancelas C se abrem quando o sensor de presença S1 detecta a passagem de um conjunto de cadeiras. Seu fechamento é realizado 5 segundos após sua abertura. Um sensor de presença S2 é responsável por verificar o fechamento da cancela. Nota: O intervalo de tempo entre dois conjuntos de cadeiras é fixo e é maior que 5 segundos.

Caso o fechamento da cancela seja bloqueado ou alguém force sua abertura, a cadeia de motores é desacionada. Para reiniciar o sistema, o operador do sistema deve desligar e religar a chave P. Após isso feito, somente após 60 segundos e a confirmação de que as cancelas estejam fechadas, a cadeia de motores é novamente acionada.

Para fins de manutenção, a cada 100 ciclos completos do teleférico, a cadeia de motores é automaticamente desligada. Caso a cadeia tenha sido desligada pela situação apresentada anteriormente, a contagem é reiniciada.

Uma botoeira de emergência B deve desligar todo o sistema.

Proponha um diagrama ladder para o sistema apresentado.

**Limitações:** OCLP compila no máximo 15 linhas de código. Ele possui três instruções de contagem e cinco de temporização. Não há temporizadores do tipo TON. Há um limite máximo de cinco variáveis auxiliares nas memórias internas do programa.

**Sugestão de resolução:** Separar as lógicas de acionamentos por circuitos.

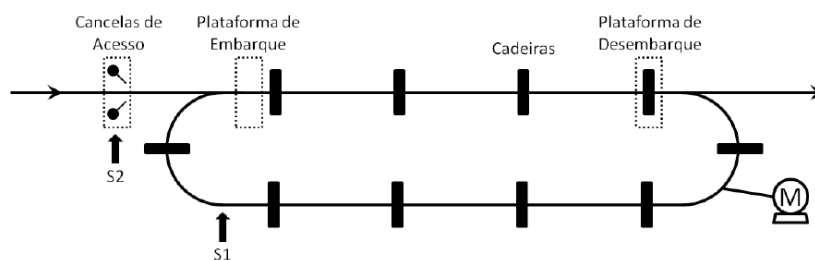


Figura 4.26: Exercício 4.33.

**4.34:** Deseja-se automatizar a escada rolante do Aeroporto do Galeão, no Rio de Janeiro, levando em consideração a redução do consumo de energia, em função de seu funcionamento contínuo. Para isso foram instalados sensores nas extremidades de entrada e saída da escada de ascensão entre o nível térreo e o primeiro andar do terminal, a fim de

detectar a passagem de pessoas e objetos. Um sensor indutivo de presença C, instalado na base da escada, detecta a passagem dos degraus.

Sabe-se que escada rolante apresenta 60 degraus, sendo 20 deles aparentes e o tempo de transporte necessário para a troca dos níveis do terminal em velocidade normal é de 15 segundos.

A escada rolante apresenta três níveis de velocidade (parada, reduzida e normal), cuja transição é baseada nas informações dos sensores instalados.

Considerando a escada está inicialmente parada, ao interceptar o sensor de presença A de entrada, a escada é acionada em sua velocidade normal. Caso o sensor de presença B de saída não for acionado 30 segundos após o acionamento de A, inicia-se a contagem de três ciclos de percurso dos degraus, que ao ser completada altera a velocidade da escada para reduzida. Se durante a contagem o sensor B for acionado, o processo de contagem dos ciclos reinicia. Caso o sensor A seja acionado novamente, o processo de contagem é desabilitado.

Considerando agora que a escada está operando com velocidade reduzida, ao interceptar o sensor de presença A de entrada, a escada retoma sua velocidade normal. Caso o sensor A não seja acionado 10 segundos após a escada ter assumido a condição de velocidade reduzida, inicia-se a contagem de três ciclos de percurso dos degraus, que ao ser completada coloca a escada na condição de parada. Caso o sensor A seja acionado, o processo de contagem é desabilitado.

O problema deve considerar uma chave de emergência que desabilita a operação da escada rolante e a coloca na condição de parada.

**Nota:** O princípio do funcionamento aqui descrito é meramente ilustrativo e pode haver divergências quanto à sua operação real.

Construa o diagrama Ladder para o sistema apresentado.

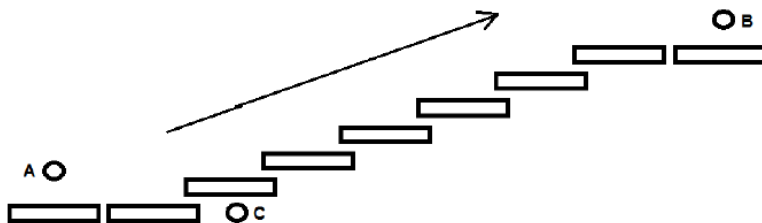


Figura 4.27: Exercício 4.34.

**4.35:** Deseja-se automatizar o banheiro público da figura abaixo, para isso já está disponível um CLP com no máximo 6 temporizadores (TON e TP), 4 contadores (CTU) e 8 instruções de Set/Reset. Para atuação, já se encontram disponíveis, duas válvulas individuais de descarga (Q1 e Q2) para os sanitários, uma válvula (Q3) para acionamento conjunto dos mictórios, uma válvula (Q4) para liberação da água para pia e um conjunto de lâmpadas (Q5) para iluminação do ambiente.



Foi também disponibilizada uma verba de R\$ 20,00 para compra dos sensores de presença. Dentre as opções estão: um sensor radial com área de cobertura de 2m x 2m por R\$ 10,00; um sensor unidirecional com alcance 4m por R\$ 5,00; e um sensor unidirecional com alcance de 1m por R\$ 3,00.

A disposição dos sensores deve ser indicada na planta para a apresentação da solução. Proponha um diagrama Ladder com os seguintes requisitos de projeto:

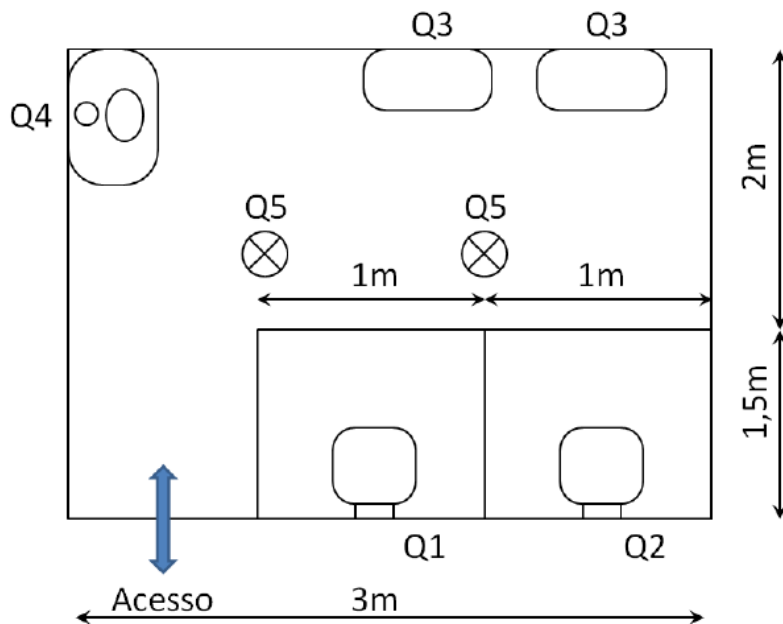


Figura 4.28: Exercício 4.35.

- 1) Ao detectar a entrada de um usuário, a lâmpada deverá ser acionada. Seu desligamento é efetuado na ausência de usuários.
- 2) As descargas dos sanitários deverão ser acionadas por 5s, após utilização do sanitário por um período superior a 10s.
- 3) As descargas dos mictórios deverão ser acionadas por 5s, após a utilização de qualquer mictório. Seu acionamento deverá ser interrompido após detecção de um novo usuário.
- 4) A válvula da pia aciona por 5s após detectar a presença do usuário. Caso o usuário se ausente, a válvula é automaticamente desligada.

**Considerações:** Os sensores disponíveis são do tipo NA. Não há porta para acesso ao recinto. Tomando a vista superior: o raio de abertura da porta dos sanitários é de 0,60m; o vaso sanitário tem dimensões 0,55m x 0,40m; a pia tem dimensões 0,30 m x 0,50m; os mictórios têm dimensões 0,15 m x 0,30 m.

**4.36:** Um circuito de controle é utilizado para detectar e contar o número de produtos transportados em uma linha de montagem. Para iniciar o processo, é pressionado o botão L, o qual aciona uma esteira de transporte E. O sensor S é utilizado para contagem dos produtos. Quando forem contados cinco produtos, a prensa P deverá ser acionada

por 2 segundos, 5 segundos após a passagem do último produto a entrar no molde de prensagem. Durante o funcionamento da prensa, a esteira E deve parar. Seu religamento é feito após a ação de prensagem. O botão de parada D é utilizado para finalizar o processo, desligando a esteira transportadora. A cada 100 ciclos de prensagem, o equipamento entra em modo de manutenção, sendo pausado e necessitando um religamento por parte do operador.

**Nota:** A distância entre as caixas não é conhecida.

Identifique e apresente uma nova solução para o(s) erro(s) de implementação em Ladder, a fim de atender às especificações do problema.

**Nota:** O CLP utilizado não apresenta restrições.

Considere: L – Botão de Liga  
D – Botão de Desliga  
S – Sensor de Presença  
E – Esteira  
P – Prensa

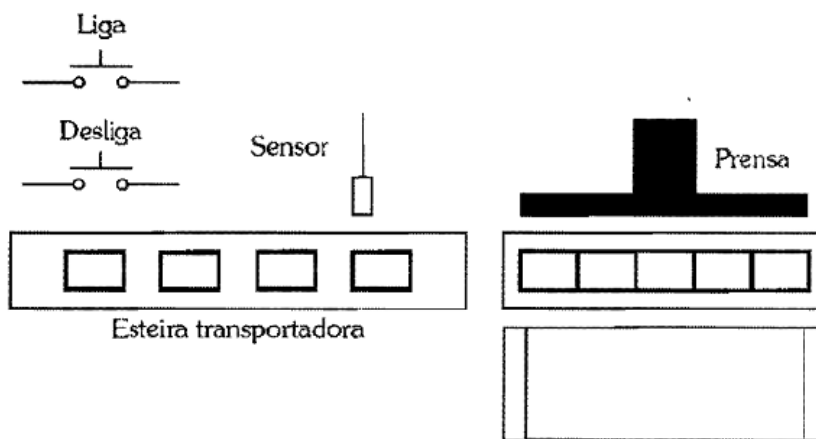


Figura 4.29: Exercício 4.36.

**4.37:** Computadores de bordo instalados em carros de diversas montadoras são responsáveis pela leitura dos sensores, interpretação dos dados e ativação dos atuadores. Entre os sistemas controlados por tal dispositivo, encontram-se as travas elétricas das portas.

Comumente, dois modos de operação estão disponíveis para configuração: automático e manual. Por conveniência e facilidade operacional dos usuários, os carros saem de fábrica na configuração automática. Basicamente, as travas são acionadas quando o botão de acionamento é pressionado momentaneamente ou quando a velocidade do veículo é superior a 10 km/h. Ambas as informações são tratadas digitalmente, ou seja, estado ligado ou desligado.

Entretanto, para que as travas acionem através do sensor de velocidade, é necessário que o sensor de codificação contido na chave de partida do carro esteja acionado. Em outras palavras, o carro precisa estar ligado. Caso o carro esteja desligado e o botão de acionamento seja pressionado,

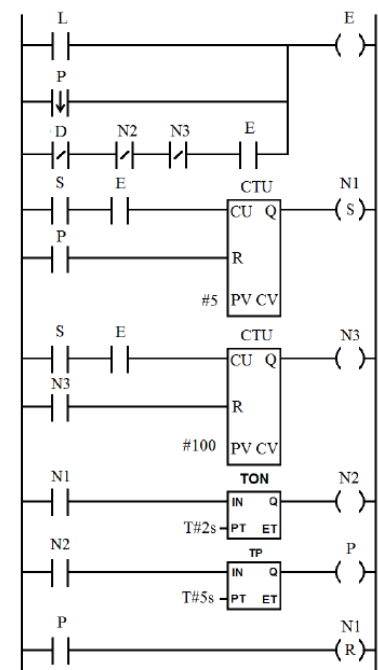


Figura 4.30: Exercício 4.36.

as travas podem alterar seus estados. O desacionamento das travas é realizado ao desligar o carro ou ao pressionar o botão de acionamento.

Para ativar o modo manual, o botão de acionamento deve ser mantido pressionado por 5 segundos. Após este tempo, as travas são desacionadas (caso estejam acionadas) e um sinal sonoro é ativado por 2 segundos, a fim de indicar ao usuário a mudança de modo. Para retornar ao modo automático, o processo é idêntico ao explicado para transição ao modo manual.

Visando evitar danos às travas, um sistema de proteção por aquecimento é implementado. Caso o usuário faça uma sequência de chaveamentos através do botão de acionamento em um curto período de tempo, ou seja, abrir e fechar as travas por 5 vezes (ou mais) em um período inferior a 60 segundos, elas são desabilitadas e o computador de bordo impede qualquer acionamento, em qualquer modo de operação, por outros 60 segundos. Neste intervalo de tempo, o usuário não deve pressionar o botão de acionamento, pois do contrário a contagem é reiniciada.

Para o sistema dissertado, apresente uma solução em Ladder.

**Nota 1:** A programação SOMENTE será avaliada na linguagem do RS Logix.

**Nota 2:** O CLP possui um número máximo de 10 variáveis auxiliares.

**Nota 3:** É obrigatório o uso das variáveis da tabela abaixo.

**Nota:** A distância entre as caixas não é conhecida.

Identifique e apresente uma nova solução para o(s) erro(s) de implementação em Ladder, a fim de atender às especificações do problema.

**Nota:** O CLP utilizado não apresenta restrições.

Entradas	Saídas
I1 (I:0/1) - Botão Acionamento	Q1 (O:0/1) - Travas Elétricas
I2 (I:0/2) - Indicador de velocidade superior a 10 km/h	Q2 (O:0/2) - Indicador Sonoro
I3 (I:0/3) - Chave de Partida	

**4.38:** Um sistema para encher garrafas é mostrado na Figura abaixo. No painel de controle manual, há uma botoeira para iniciar o processo e outra para desligá-lo. Uma vez ligado, as garrafas são conduzidas por uma esteira rolante. Quando a garrafa atinge o sensor S1, o motor da esteira deve ser desligado e a válvula solenoide V deve ser energizada e assim permanecer até que o líquido atinja o sensor S2. Neste instante, a válvula solenoide deve ser desligada e o motor deve ser ligado novamente. Considere que os sensores apresentam nível lógico alto quando o feixe não é interrompido e que a válvula solenoide é normalmente fechada. Projete um diagrama ladder realizar tal processo.

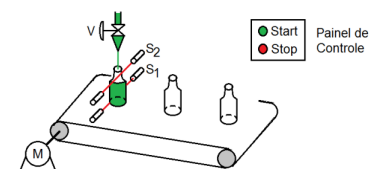


Figura 4.31: Exercício 4.38.

**4.39:** Um circuito de controle é utilizado para detectar e contar o número de produtos transportados em uma linha de montagem. Para iniciar o processo, é pressionado o botão L, o qual aciona uma esteira de transporte E. O sensor S é utilizado para contagem dos produtos. Quando forem contados cinco produtos, a prensa P deverá ser acionada por 2 segundos, 5 segundos após a passagem do último produto a entrar no molde de prensagem. Durante o funcionamento da prensa, a esteira E deve parar. Seu religamento é feito após a ação de prensagem. O botão de parada D é utilizado para finalizar o processo, desligando a esteira transportadora. A cada 100 ciclos de prensagem, o equipamento entra em modo de manutenção, sendo pausado e necessitando um religamento por parte do operador.

Apresente uma solução em Ladder para o problema apresentado.

**Nota:** A distância entre as caixas não é conhecida.

Considere: L – Botão de Liga  
D – Botão de Desliga  
S – Sensor de Presença  
E – Esteira  
P – Prensa

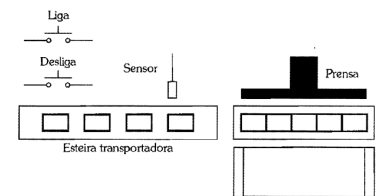


Figura 4.32: Exercício 4.39.

**4.40:** Traduza o diagrama de contato a seguir para linguagem Ladder.

Considere: A – Botão de acionamento e H – Lâmpada de sinalização.

**Nota:** K1 e K2 não precisam representar saídas físicas no CLP.

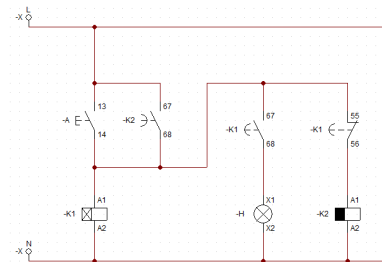


Figura 4.33: Exercício 4.40.

**4.41:** Domótica é a terminologia adotada para automação residencial. Neste contexto, com o objetivo de economizar energia elétrica e água, proponha um sistema de controle de luminosidade (lâmpadas) e controle de descarga nos sanitários, com as seguintes condições:

- Ao acionar momentaneamente uma botoeira, as lâmpadas devem funcionar por 60 segundos e, após este tempo, desligar. Caso a botoeira seja mantida pressionada por mais de 3 segundos, as lâmpadas devem ser apagadas.
- Um sensor detecta a presença do usuário no sanitário. Ao deixar o sanitário, a descarga é acionada por 10 segundos. Se durante a descarga, o sensor volta a detectar um usuário, este processo é cessado.

**Considere como variáveis:** B – Botoeira, S – Sensor de presença, L – Lâmpadas e D – Descarga.

**4.42:** Um sistema semafórico deve ser instalado em um cruzamento de duas vias de mão dupla perpendiculares entre si. Os motoristas dessas vias podem seguir em frente ou virar a direita no cruzamento. Deseja-se armar um sistema semafórico de dois tempos, de modo que ora a via horizontal tenha prioridade, ora a via vertical tenha prioridade. Tendo em vista que este cruzamento é parte de uma avenida de grande extensão, limitações de blocos funcionais do CLP foram impostas ao desenvolver

do projeto. No caso, somente dois temporizadores do tipo TON podem ser utilizados para solucionar a proposta.

Como projetista, apresente uma solução usando Lógica Ladder, tendo o tempo de verde igual a 15 segundos e de amarelo igual a 5 segundos.

Considerações: Saídas Hr, Hy e Hg para os semáforos horizontais, e Vr, Vy e Vg para os verticais.

**4.43:** Computadores de bordo instalados em carros de diversas montadoras são responsáveis pela leitura dos sensores, interpretação dos dados e ativação dos atuadores. Entre os sistemas, encontram-se as travas elétricas das portas. Basicamente, as travas são acionadas quando o botão de acionamento é pressionado momentaneamente ou quando a velocidade do veículo é superior a 10 km/h.

Visando evitar danos às travas, um sistema de proteção por aquecimento é implementado. Caso o usuário faça uma série de chaveamentos das travas através do botão de acionamento em um curto período de tempo, elas são desabilitadas e o computador de bordo impede qualquer acionamento por um dado tempo. Em suma, se o usuário solicitar a abertura ou fechamento das travas por 5 vezes (ou mais) em um período inferior a 10 segundos, elas são desligadas e o computador de bordo impede qualquer acionamento, por outros 60 segundos. Se neste intervalo de tempo, o usuário pressionar o botão de acionamento, a temporização de 60 segundos é reiniciada.

**Considere:** B – Botão de acionamento e T – Travas Elétricas

**4.44:** Criação de Temporizadores:

- Através de diagrama Ladder, crie um temporizador com atraso de desligamento (TOF) utilizando um temporizador com atraso na ligação (TON).
- Utilizando TON, TOF ou ambos, criar um temporizador de pulso, cujo comportamento é mostrado na figura ao lado.
- Utilizando TON, TOF ou ambos, criar um temporizador de pulso, cujo comportamento é mostrado na figura ao lado.
- Por que não é possível criar um TON a partir de um TOF? Justifique através das instruções internas de comparação e contagem.

**4.45:** Proponha uma solução através de diagrama Ladder para criar um temporizador com atraso de desligamento (TOF) utilizando um temporizador com atraso na ligação (TON).

**4.46:** Proponha uma solução através de diagrama Ladder para criar um temporizador de pulso (TP) utilizando um temporizador de com atraso na ligação (TON).

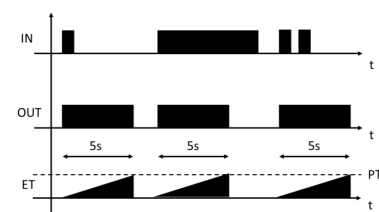


Figura 4.34: Exercício 4.44b).

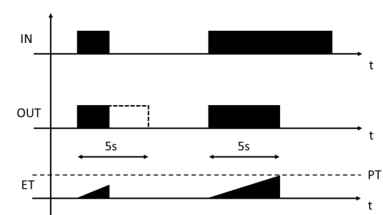


Figura 4.35: Exercício 4.44c).

**4.47:** Deseja-se realizar a tarefa de irrigação de uma lavoura de pequeno porte através de um controlador lógico programável (CLP) com recursos estritamente limitados em termos de dispositivos periféricos de entrada e saída e de blocos funcionais. Em outras palavras, o CLP possui apenas duas entradas, seis saídas e um número máximo de dez blocos funcionais (temporizados e contadores) e quinze contatos auxiliares (*flags*).

Na descrição do sistema completo, deve-se controlar o acionamento discreto de uma bomba de sucção de água de um reservatório, um dispositivo giratório de irrigação (pivô) com três níveis de vazão d'água e um conjunto luminoso de verificação do estado de funcionamento do sistema, através das botoeiras BB e BP do tipo NA (normalmente aberta).

**Funcionamento da bomba de sucção:** Ao pressionar BB momentaneamente, a bomba BS é acionada, com o intuito de alimentar o pivô de irrigação. Seu desligamento é também realizado por BB, porém é necessário garantir que o pivô de irrigação já esteja desligado.

**Funcionamento do pivô de irrigação:** Caso BP seja pressionado momentaneamente e BS já esteja habilitado, então o pivô é acionado no nível 1 (PI1). Caso BP seja pressionado novamente e PI1 esteja acionado, então o pivô é acionado no nível 2 (PI2). Caso BP seja pressionado mais uma vez e PI2 esteja acionado, então o pivô é acionado no nível 3 (PI3).

Por fim, se BP for pressionado novamente e estando PI3 acionado, PI1 é acionado e o ciclo de troca de níveis se repete. Por sua vez, caso BP seja acionado por um intervalo maior que 3s, o pivô é desligado, ou seja, nenhum nível habilitado.

**Nota:** PI1, PI2 e PI3 são níveis discretos exclusivos e independentes.

Em adição, o sistema deve possuir dois sistemas de sinalização para verificação de funcionamento descritos a seguir:

- a) Ao manter BB pressionado por mais de 2s e pressionar momentaneamente por uma vez BP, o sistema verifica se a bomba de sucção está acionada e habilita um sinal luminoso LB, que desligar ao liberar BB e BP;
- b) Ao manter BB pressionado por mais de 2s e pressionar momentaneamente por duas vezes BP, o sistema verifica se o pivô de irrigação está acionado em algum dos níveis e habilita um sinal luminoso LP, que desligar ao liberar BB e BP.

Construa o diagrama Ladder para o sistema apresentado.

**4.48:** No contexto de Domótica (casa inteligente), o controle de acesso à garagem de uma residência é realizado através de um portão eletrônico, acionado por um controle remoto de um único botão B multifuncional.

Para indicar abertura ou fechamento total do portão existem, respectivamente, os sensores SA e SF. Caso o botão B seja pressionado e o portão esteja fechado, esse deve abrir acionando um motor no sentido horário (MH). Uma vez aberto, ao pressionar B, o portão deve fechar, acionando o motor no sentido anti-horário (MA).

Para sinalização dos pedestres, um alarme sonoro deve ser habilitado 2s antes de iniciar a abertura do botão, permanecer ligado enquanto

o portão estiver aberto e desligar 2s após o portão ser completamente fechado. Condições particulares do botão B:

- a) Caso o portão esteja abrindo e B seja pressionado, a abertura deve cessar. Caso B seja pressionado novamente, o portão deve fechar.
- b) Caso o portão esteja fechando e B seja pressionado, o fechamento deve cessar. Caso B seja pressionado novamente, o portão deve abrir.
- c) O alarme de sinalização dos pedestres pode ser inibido se o botão B for mantido pressionado por 3s.
- d) Um sensor de colisão SC está presente no sistema, para o caso de uma colisão entre o veículo e o portão durante seu fechamento. Caso SC seja acionado, o portão deve parar e iniciar sua abertura após pressionar B.

Agora, pensando na integração do conforto e segurança do motorista, as luzes da garagem são acionadas pelos faróis do veículo. Seu funcionamento consiste em piscar os faróis altos diante do portão fechado e, em seguida, pressionar B. Ao realizar esta sequência, o sensor sensível a iluminação SLP instalado no portão registra esse padrão e, antes de acionar o sistema de iluminação, comparada com outro sensor de luminosidade SLC de contexto (verifica situação de dia ou noite). Caso SLC esteja acionado, indicando período noturno, as luzes se acendem e assim permanecem por 30s após fechamento completo do portão.

Projete o diagrama Ladder para o sistema descrito.

**4.49:** Em diagrama Ladder, crie um gerador de trem de pulsos, usando no máximo dois temporizadores.

**Princípio de Funcionamento:** Ao acionar uma chave C, uma saída Q pulsa 10 vezes, com período de dois SCANs.

**Nota:** Independente do tempo de permanência de C acionado, o número de pulso em Q será igual a 10.

**4.50:** Um portão de garagem acionado por rádio frequência deve ser controlador por um CLP. Os sensores de fim de curso SOP e SCL indicam, respectivamente, que o portão está aberto e fechado. A abertura ou fechamento do portão é realizado por um mesmo comando de SRF, fazendo com que o motor gire em um sentido, MO, para abrir o portão ou em outro, MF para fechá-lo.

O sensor SCR indica que houve uma colisão e que o motor deve parar. A colisão somente ocorrerá durante o fechamento do portão e, após parada, o portão reabre com um novo acionamento de SRF. O portão deve contemplar a possibilidade de parar quando está abrindo, através do acionamento de SRF. Uma vez parado, o portão deve fechar ao se acionar novamente SRF. Por outro lado, se o portão estiver fechando, ele deve parar ao se pressionar SR e iniciar a abertura, quando SRF for novamente pressionado.

Proponha uma solução para o problema apresenta sem utilizar instruções LATCH e UNLATCH.

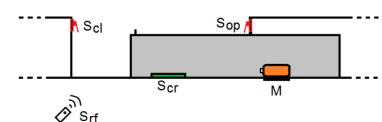


Figura 4.36: Exercício 4.50.

**4.51:** Computadores de bordo instalados em carros de diversas montadoras são responsáveis pela leitura dos sensores, interpretação dos dados e ativação dos atuadores. Entre os sistemas controlados por tal dispositivo, encontram-se as travas elétricas das portas. Comumente, dois modos de operação estão disponíveis para configuração: automático e manual. Por conveniência e facilidade operacional dos usuários, os carros saem de fábrica na configuração automática.

Basicamente, as travas são acionadas quando o botão de acionamento é pressionado momentaneamente ou quando a velocidade do veículo é superior a 10 km/h. Ambas as informações são tratadas digitalmente, ou seja, estado ligado ou desligado. Entretanto, para que as travas acionem através do sensor de velocidade, é necessário que o sensor de codificação contido na chave de partida do carro esteja acionado. Em outras palavras, o carro precisa estar ligado. Caso o carro esteja desligado e o botão de acionamento seja pressionado, as travas podem alterar seus estados. O desacionamento das travas é realizado ao desligar o carro ou ao pressionar o botão de acionamento.

Para ativar o modo manual, o botão de acionamento deve ser mantido pressionado por 5 segundos. Após este tempo, as travas são desacionadas (caso estejam acionadas) e um sinal sonoro é ativado por 2 segundos, a fim de indicar ao usuário a mudança de modo. Para retornar ao modo automático, o processo é idêntico ao explicado para transição ao modo manual.

Visando evitar danos às travas, um sistema de proteção por aquecimento é implementado. Caso o usuário faça uma sequência de chaveamentos através do botão de acionamento em um curto período de tempo, ou seja, abrir e fechar as travas por 5 vezes (ou mais) em um período inferior a 60 segundos, elas são desabilitadas e o computador de bordo impede qualquer acionamento, em qualquer modo de operação, por outros 60 segundos. Neste intervalo de tempo, o usuário não deve pressionar o botão de acionamento, pois do contrário a contagem é reiniciada.

Para o sistema dissertado, apresente uma solução em Ladder.

**Nota 1:** A programação SOMENTE será avaliada na linguagem do RS Logix.

**Nota 2:** O CLP possui um número máximo de 10 variáveis auxiliares.

**Nota 3:** É obrigatório o uso das variáveis da tabela abaixo.

Entradas	Saídas
I1 (I:0/1) - Botão Acionamento	Q1 (O:0/1) - Travas Elétricas
I2 (I:0/2) - Indicador de velocidade superior a 10 km/h	Q2 (O:0/2) - Indicador Sonoro
I3 (I:0/3) - Chave de Partida	

**4.52:** Em diagrama Ladder, crie um gerador de trem de pulsos.

**Princípio de Funcionamento:** Ao acionar uma chave C, uma saída Q pulsa 10 vezes, na duração de um SCAN.

**Nota:** Independente do tempo de permanência de C acionado, o número de pulso em Q sempre será igual a 10.



**4.53:** Em diagrama Ladder e de contatos, crie um sistema homogeneizador.

**Princípio de Funcionamento:** Após ligado, gira o motor no sentido horário por 3s e no anti-horário por 2s.

**Adote:** BL, BD, MH e MA, para botão liga, botão desliga, motor no sentido horário e motor no sentido anti-horário, respectivamente.

**4.54:** Elabore um programa em linguagem LADDER para o controle automático do sistema de transporte de peças mostrado na figura abaixo:

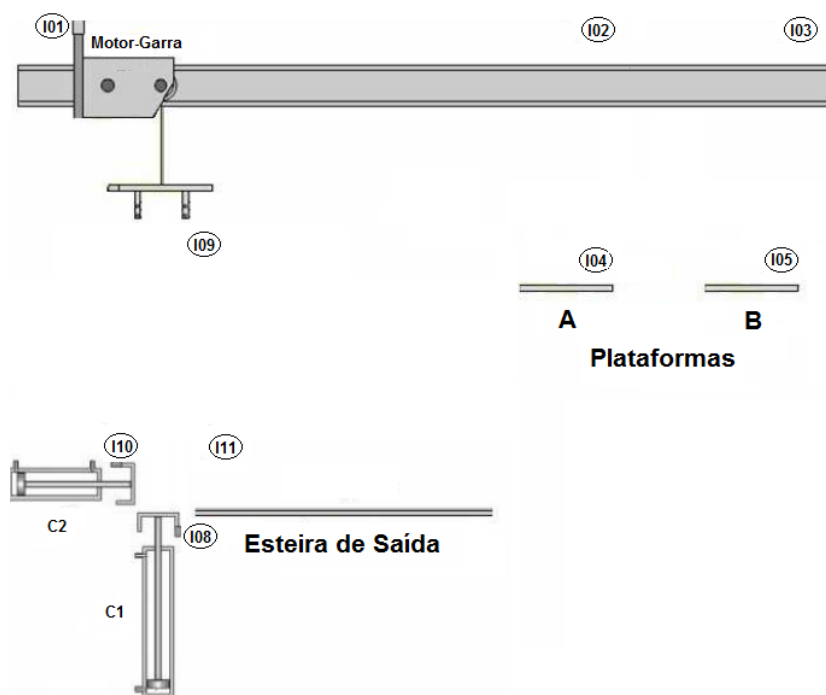


Figura 4.37: Exercício 4.54.

O funcionamento é dado da seguinte forma:

- ▶ Após o acionamento do botão I12, o sistema motor-garra irá começar a funcionar para direita desde que o seu sensor de fim de curso I01 também esteja acionado e que pelo menos uma peça tenha chegado nas plataformas A e B, eventos estes que acionam os sensores de fim de curso I04 e I05, respectivamente. O sistema motor-garra desloca-se para direita através da saída Q01 e para esquerda através da saída Q02.
- ▶ Caso haja peças nas duas plataformas, o sistema irá pegar a peça primeiro na plataforma A. Os sensores I02 e I03 são sensores de fim de curso usados no deslocamento do motor-garra.
- ▶ A ação de pegar a peça e soltar a peça é acionada através de Q03 (pegar) e Q04 (soltar) e tem o seu término detectado através dos fim de curso I06 (pegar) e I07 (soltar). Estes sensores de fim de curso não estão representados no desenho.
- ▶ Ao se iniciar o processo de captura da peça, simultaneamente deve ser iniciado o movimento do cilindro C1 responsável por buscar a

peça do sistema motor-garra. O cilindro deve avançar até atingir I09 e aguardar que o conjunto motor-garra com a peça chegue até o fim de curso I01, garantindo que a garra possa soltar a peça com segurança sobre o cilindro. O movimento de C1 é dado pelo acionamento de Q05 (para cima) e Q06 (para baixo).

- Após a peça estar no cilindro C1, este recua até atingir a posição dada pelo fim de curso I08 e então o cilindro C2 empurra a peça para a esteira de saída. Por fim, ao atingir I11, o cilindro C2 retorna a sua posição inicial I10. O acionamento do cilindro C2 é dado por Q07(avanço) e Q08(recuo).

**4.55:** Para o processo de triagem a seguir, faça o posicionamento dos sensores necessários para funcionamento e elabore uma solução em LADDER.

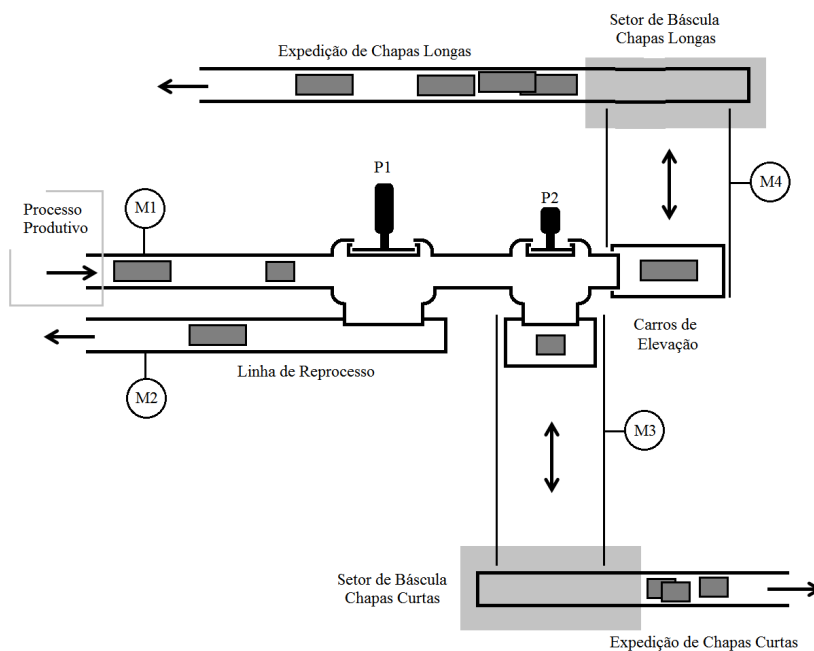


Figura 4.38: Exercício 4.55.

#### Princípio de Funcionamento:

Chapas curtas e longas chegam do processo produtivo ao setor de triagem ilustrado acima. As chapas, independente de suas características, chegam à esteira de triagem espaçadas de 5m entre si.

O motor de esteira principal M1 possui um controle de velocidade, que a mantém a uma velocidade constante de 1m/s, independente da variação de carga.

Carros de elevação são utilizados para transportar as chapas para os setores de expedição. Após um conjunto de 20 chapas curtas e 10 chapas longas, o carro de elevação correspondente é acionado e conduz o material aos setores de báscula. O desemilhamento é realizado de forma imediata, ou seja, uma vez alcançado o setor de báscula, o carro deve retornar a sua posição de repouso, próximo à esteira principal.

Os carros de elevação de chapas curtas e chapas longas são acionados pelos motores M3 e M4, respectivamente.

Com a finalidade de destinar chapas curtas ao seu destino, o pistão P2 é acionado por 2s. Caso uma chapa longa esteja na esteira principal, nenhuma ação é tomada no pistão P2. Caso o carro de elevação de uma chapa, que esteja na esteira principal, não se encontre na posição de repouso, o pistão P1 é acionado por 2s, destinando a chapa à linha de reprocesso. Caso uma chapa entre na linha de reprocesso, o motor M2 é acionado por 5s.

**Considerações:** Um conjunto de no máximo 12 sensores devem ser usados para fazer a automação. Estes sensores podem ser do tipo: barreira ou fim de curso.

O sistema deve contemplar um botão para iniciar o processo, um botão para finalizar o processo, entregando as respectivas cargas dos elevadores até seu destino, e um botão de emergência para interromper totalmente o funcionamento do processo.

**4.56:** Para a sistema da questão anterior, elabore o sistema supervisório com pelo menos quatro telas e explique as etapas necessárias para sua construção. Ao desenhar as telas, enumere os pontos importantes e explique-os à parte.

**Nota:** Siga estritamente os passos de desenvolvimento de um sistema supervisório.

**Sugestão:** Faça uma legenda para cores e símbolos.

**4.57:** O controle de acesso aos dados de um laboratório de pesquisa possui dois sensores de leitura biométrica (impressão digital - ID e análise de íris - AI). Para visualizar dos dados em um monitor, ambos leitores devem validar o usuário em um período inferior a dois segundos. Caso isto ocorra, o computador CP é ligado. Dez segundos depois, os dados são carregados e um projetor PJ é habilitado para exibição dos dados. Quando em funcionamento, caso um dos leitores seja desabilitado, o computador e o monitor são instantaneamente desligados. Para proteção dos dados, um alarme AL é ativado caso o período de tempo entre a identificação das leituras biométricas seja extrapolado. Para desativar o alarme, o coordenador laboratório deve utilizar sua chave de acesso CA, na ausência do provável invasor.

**Restrições:** Há somente 10 instruções de CLP para redação do código. Há um limite máximo de 4 variáveis auxiliares. Não é possível utilizar restrições do tipo Set/Reset e temporizadores do tipo TOF.

**4.58:** Em uma rodovia de mão dupla em manutenção, o trânsito pode ser restrito a uma única via. Para controle de fluxo, adota-se um sistema Pare/Siga, controlado por um operador humano. A fim de automatizar o processo, duas variáveis são levadas em consideração: o número de carros e o tempo de trânsito. Neste contexto, crie um diagrama Ladder capaz de automatizar este processo.

**Princípio de funcionamento desejado:** Ao acionar uma chave geral CG, o sistema inicia. Inicialmente, a via à direita é liberada, acionando o indicador luminoso LD. A transição para o outro sentido da via ocorre quando 30 veículos passarem completamente pelo sensor de presença SD (instalado no ponto de bloqueio da via à direita) ou for transcorrido um tempo superior a 120 segundos do início da ativação de LD. Quando uma das condições ocorre, LD é desligado e uma temporização de 30 segundos é habilitada, a fim de permitir que os veículos cruzem o trecho em reforma.

Após a última temporização, a via à esquerda é liberada, pelo indicador luminoso LE (instalado no ponto de bloqueio da via à esquerda). A transição para o outro sentido da via ocorre segundo as mesmas condições já apresentadas, com exceção do sensor de presença SE (instalado no ponto de bloqueio da via à esquerda).

**4.59:** No contexto de casa inteligente, pensando na integração do conforto e segurança do motorista, as luzes da garagem são acionadas pelos faróis do veículo. Seu funcionamento consiste em piscar os faróis altos três vezes diante do portão fechado (sensor SF) e, em seguida, pressionar momentaneamente o botão B do controle remoto. Ao realizar esta sequência, o sensor sensível a iluminação SLP instalado no portão registra esse padrão e, antes de acionar o sistema de iluminação, comparada com outro sensor de luminosidade SLC de contexto (verifica situação de dia ou noite). Caso SLC esteja acionado, indicando período noturno, as luzes se acendem e assim permanecem por 30s após fechamento completo do portão. As luzes também são desligadas, caso o botão B do controle remoto seja mantido pressionado por mais de cinco segundos. Desconsidere o processo de abertura e fechamento do portão. Considere que todos sensores são do tipo NA.

**Restrições:** O CLP não compila código com um número superior a 15 linhas de instruções. Há um limite máximo de 5 variáveis auxiliares. Não é possível utilizar temporizadores do tipo TP e contadores do tipo Up/Down.

**4.60:** Dado o enunciado do problema, identifique os problemas de lógica na solução apresentada. A partida estrela-triângulo visa minimizar a corrente de partida, ou seja, o transitório do sistema. Neste caso, parte-se o motor em estrela e, após um determinado tempo especificado por um relé temporizado, comuta-se o motor para a configuração triângulo.

O **princípio de funcionamento** do sistema é descrito a seguir: o botão de ligar B1 energiza os contadores C1 e C3. Isto faz com que o motor se conecte à rede trifásica na configuração estrela. Após 3s, o contator C3 é desenergizado e o contator C2 é ativado, acionando o motor na configuração triângulo. O estado de C1 é mantido através de um contato de retenção. A botoeira B0 desliga o sistema de partida e funcionamento.

É importante saber que os contadores C2 e C3 nunca podem ser acionados simultaneamente, pois ocasionaria um curto trifásico. Para isto, é aconselhável, além de um circuito de exclusividade entre C2 e C3, adicionar um tempo de espera na ordem de 1s na transição de estrela para triângulo.

Entradas	Saídas
I1 (I:0/0) - Botão Liga	Q1 (O:0/0) - Contator C1
I2 (I:0/1) - Botão Desliga	Q2 (O:0/1) - Contator C2
	Q3 (O:0/2) - Contator C3