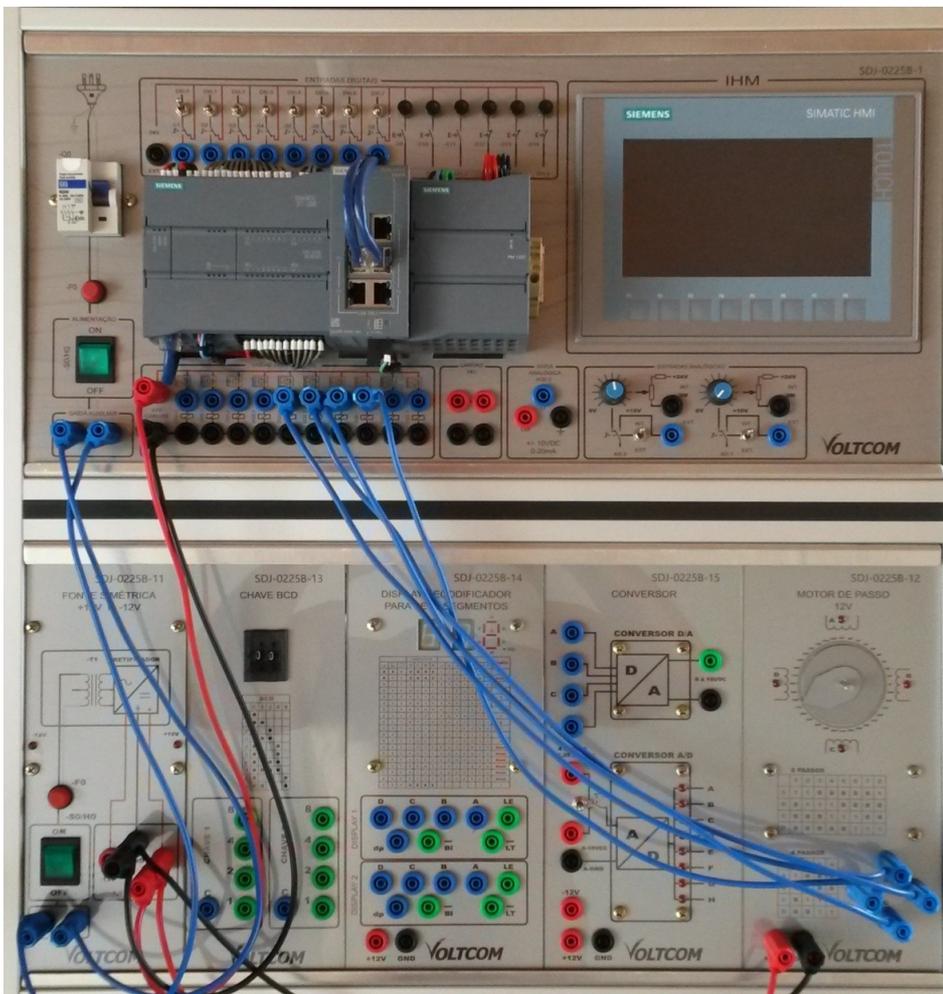


UNIDADE DE LABORATÓRIO

CLP S7 1200 SIEMENS



Minipa do Brasil Ltda
Rev. 1
23/06/2017

Bancada 220 V

Sumário

Atenção.....	3
Ligando a Bancada.....	4
Fundamentação Teórica.....	5
Experiências.....	13

Atenção

1. A eletricidade é sempre acompanhada por perigo de acidente e por causa disso é necessário cuidado ao tocar em circuitos conduzidos por eletricidade;
2. Os procedimentos dos experimentos devem ser acompanhados do manual e um instrutor. Especialmente, cuidado para as sequências e operações dos procedimentos;
3. Antes de acionar a bancada leia todo o procedimento relacionado ao experimento;
4. Todas as ligações elétricas e mecânicas devem ser feitas com o painel desligado;
5. Antes de ligar a bancada, faça a verificação de todas as conexões realizadas na montagem da experiência. Ao notar a necessidade de correção da montagem do experimento, desligue a bancada.

Ligando a Bancada

Verifique se a bancada está conectada a rede elétrica, após esta verificação, ligue o disjuntor e o DR e aguarde poucos segundos, verifique se não possui nenhum cabo ligado oferecendo riscos de causar um curto circuito, acione a chave verde S1, da energização da bancada para a posição “Liga”.

Solução de Problemas

A Bancada não liga	Verifique se o cabo de alimentação está conectado.
	Verifique se o disjuntor DR está acionado.
	Verifique se o disjuntor termomagnético está acionado.
	Verifique se a chave seletora está na posição liga.
	Verifique se a tensão de alimentação está de acordo com a indicada na bancada.
O CLP não se comunica com o computador	Verifique se o cordão de Ethernet industrial está bem conectado ao CLP e ao computador;
	Verifique se as configurações de IP: 192.168.0.1 e Máscara: 255.255.255.0 estão conforme solicitado;
	Verifique se o software TIA V14 está com a licença;
	Verifique se o modelo e a versão do CLP selecionado no software Tia V14 correspondem com o CPU 1214c DC/DC/DC 6ES7214-1 AG40-0XB0 Versão V.4.1.3.

Fundamentação Teórica

Este kit do CLP SDJ 0225D foi desenvolvido para ser utilizado em matérias da área de conhecimento de automação.

Automação é um sistema que emprega processos automáticos que comandam e controlam os mecanismos para seu próprio funcionamento. Para isso, a automação faz uso de métodos computadorizados ou mecânicos.

Seus principais objetivos são tornar o sistema mais eficiente e torna o sistema mais seguro para o seu operador.

Introdução ao controlador lógico programável (CLP)

O Controlador Lógico Programável (*Progammable Logic Controller* – PLC) é um dispositivo que controla um processo (por exemplo, uma impressora para a impressão de jornais, um sistema de enchimento para o preenchimento de cimento, uma prensa para estampar peças moldadas de plástico etc.). Isto se realiza conforme as instruções de um programa que se encontra na memória do dispositivo. Um CLP deve obrigatoriamente apresentar as seguintes características:

- Executar uma rotina cíclica de programação, enquanto está em funcionamento;
- A forma básica de programação deve ser feita através de uma linguagem oriunda de diagramas de relés;
- Os dispositivos deve ser projetado para as condições ambientais mais adversas no ambiente industrial.

O CLP controla o processo por meio dos assim chamados atuadores e sensores conectados nas saídas e entradas do CLP. Os sensores leem parâmetros do processo a ser controlado, já os atuadores agem sobre o processo. Desta forma é possível ligar e desligar motores, estender ou retrain válvulas ou acender e desligar lâmpadas.

O controlador lógico programável sempre realiza uma rotina cíclica que realiza as seguintes funções, nessa ordem.

- Leitura das informações das entradas;
- Execução do programa principal;
- Atualização das saídas.

Linguagem de Programação de CLP

Existem um total de cinco linguagens de programação padronizadas por normas para o uso em CLPs. Duas são linguagens textuais e três são linguagens gráficas.

Dentre as linguagens textuais estão:

- Texto estruturado;
- Lista de instruções.

As linguagens gráficas existentes são:

- Linguagem de relés (*Ladder – Relay Ladder Logic*);
- Blocos funcionais;
- Grafcet (SFC).

Nesse material será detalhado apenas duas dessas linguagens, uma gráfica, a linguagem Ladder, e uma textual, a linguagem texto estruturado.

Linguagem Ladder

A linguagem ou diagrama Ladder (*Ladder Diagram*) é uma das linguagens gráficas, a sua criação foi baseada em diagramas elétricos com acionamento a relé. Está foi a primeira linguagem que surgiu na programação de CLPs, pois como se assemelhava-se aos diagramas já utilizados, evitava uma quebra de paradigma, e assim, permitindo a aceitação do produto no mercado consumidor.

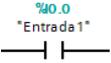
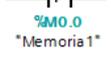
A palavra *ladder* na linguagem inglesa significa escada, essa foi a nomenclatura utilizada a esta linguagem de programação, pois visualmente, um programa nessa linguagem lembra uma escada. O Ladder é um desenho formado por duas linhas verticais, que representam os polos de energização de um sistema. Entre essas duas linhas verticais são traçados conexões com elementos do circuito.

Esta linguagem permite programar desde funções lógicas básicas até funções matemáticas relativamente complexas.

A linguagem Ladder possui três tipos de elementos básicos:

- Entradas (ou contatos): são digitais ou booleanas, apresentam dois níveis lógicos dependendo se estão ou não acionadas. São as entradas (sensores) do CLP;
- Saídas (ou bobinas): também são digitais ou booleanas, apresentam dois níveis lógicos dependendo se estão ou não acionadas. São as saídas (atuadores) do CLP;
- Blocos funcionais: que permitem realizar funções mais avançadas. Essas funções podem ser combinacionais, matemáticas, contadores, temporizadores, entre outras.

Na tabela a seguir é apresentado as instruções básicas dessa linguagem:

Instrução	Representação
Contato normalmente aberto NA	 <p style="text-align: center;">%I0.0 "Entrada1"</p>
Contato normalmente fechado NF	 <p style="text-align: center;">%I0.0 "Entrada1"</p>
Bobina	 <p style="text-align: center;">%Q0.0 "Saída1"</p>
Bobina inversa	 <p style="text-align: center;">%Q0.0 "Saída1"</p>
Bobina set	 <p style="text-align: center;">%Q0.0 "Saída1"</p>
Bobina reset	 <p style="text-align: center;">%Q0.0 "Saída1"</p>
Detecção de pulso positivo	 <p style="text-align: center;">%I0.0 "Entrada1"</p> <p style="text-align: center;">%M0.0 "Memoria1"</p>
Detecção de pulso Negativo	 <p style="text-align: center;">%I0.0 "Entrada1"</p> <p style="text-align: center;">%M0.0 "Memoria1"</p>

Linguagem Texto Estruturado

O texto estruturado (*structured text* – ST) é uma linguagem de programação textual desenvolvida para ser interpretada por um CLP. É considerada uma linguagem de alto nível, e por essa razão, possibilita a solução de problemas mais complexos, pois utiliza laços de repetição e condicionais.

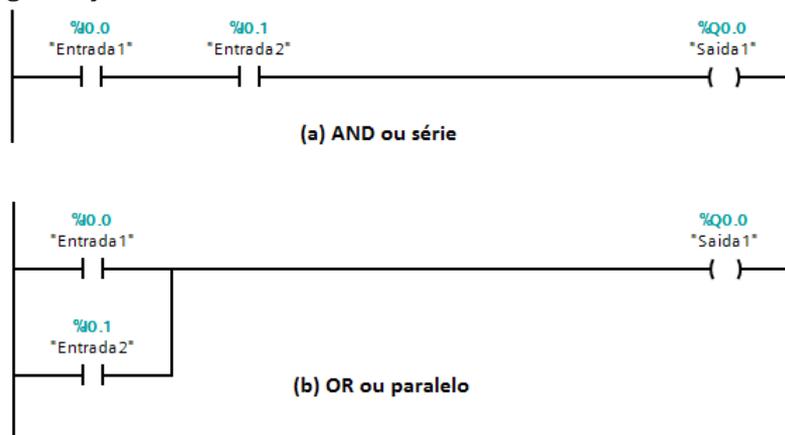
Como é uma linguagem de alto nível, ela não impõem ordens, diretamente, de execução. Esta linguagem utiliza-se atribuindo novos valores as variáveis no lado esquerdo das instruções.

A linguagem de texto estruturado assemelha-se as linguagens PASCAL e BASIC. Como essas linguagens, o texto estruturado tem seus tipos de variáveis, seus operadores, seus condicionais (*if – then*) e seus laços de repetição. A baixo apresenta um exemplo dessa linguagem:

`Q5=(I1 NAD NOT I2 AND I3) OR I4`

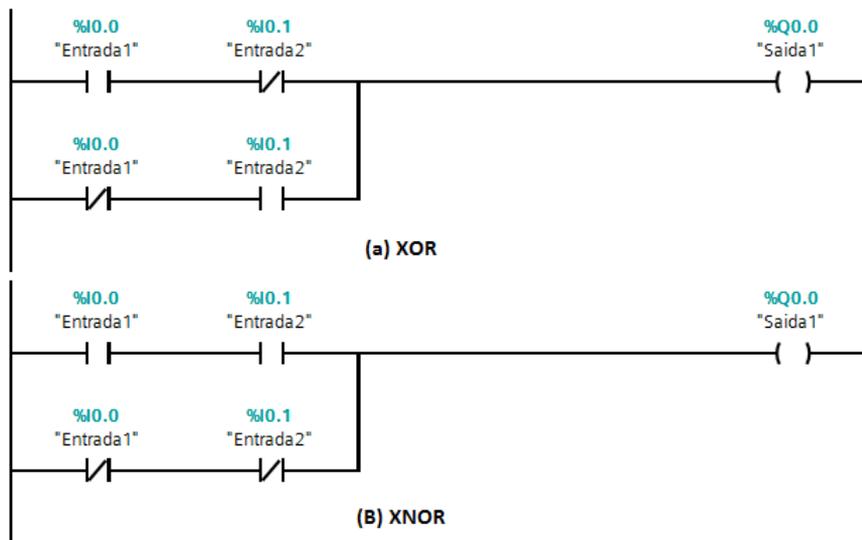
Lógicas Básicas

As lógicas básicas são aquelas que estão na base de toda e qualquer programação. Elas podem ser divididas em duas funções lógicas principais: AND, também conhecida como E ou série e Or, também conhecida como OU ou paralelo. Abaixo está dois exemplos dessas lógicas básicas, na linguagem de programação Ladder.



Lógicas Booleanas

As lógicas booleanas utilizam das lógicas básica para realizar outras operações. A lógica booleana é também conhecida como álgebra de boole, e a partir delas pode-se realizar muitas funções. Exemplo de funções lógicas booleanas seriam as funções exclusividade lógica (XOR) e coincidência lógica (XNOR), essas funções estão apresentadas na figura a seguir na linguagem de programação Ladder.



Temporizadores

Os temporizadores são dispositivos utilizados para medir o tempo e atuar ao final do ciclo. Comumente os temporizadores são representados por dois símbolos, um indica um retardo na ativação e outro um retardo na desativação.

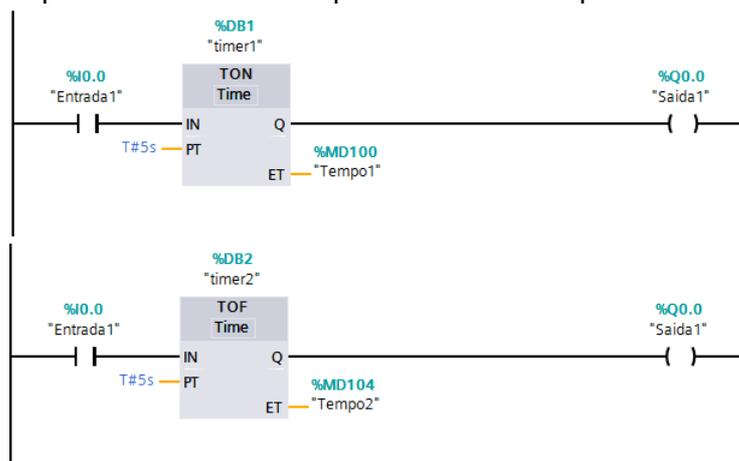
TON (temporizador de retardo no acionamento) é o temporizador que tem sua saída acionada após um tempo pré-determinado.

TOF (temporizador de retardo no desacionamento) é o temporizador que tem sua saída desacionada após um tempo pré-determinado.

Os temporizadores têm uma grande importância na automatização de processos, devido ao fato de dar ao utilizador o controle do tempo de processos. Os temporizadores podem ser tanto digitais, sendo executados pelo processador, ou físicos, possuindo ligação com o CLP.

Nas linguagens de programação é possível utilizar a variável booleana do temporizador, isto é a saída, ou a variável inteira que é a contagem do tempo em si.

A baixo estão apresentados dois exemplos utilizando temporizadores.



A variável “PT” recebe o tempo que o temporizador vai atuar, caso seja milissegundos acrescenta-se um “m”, de forma que ao final fique: “T#5ms”.

A variável “ET” é a contagem inteira do tempo. Ela é uma variável do tipo *timer*.

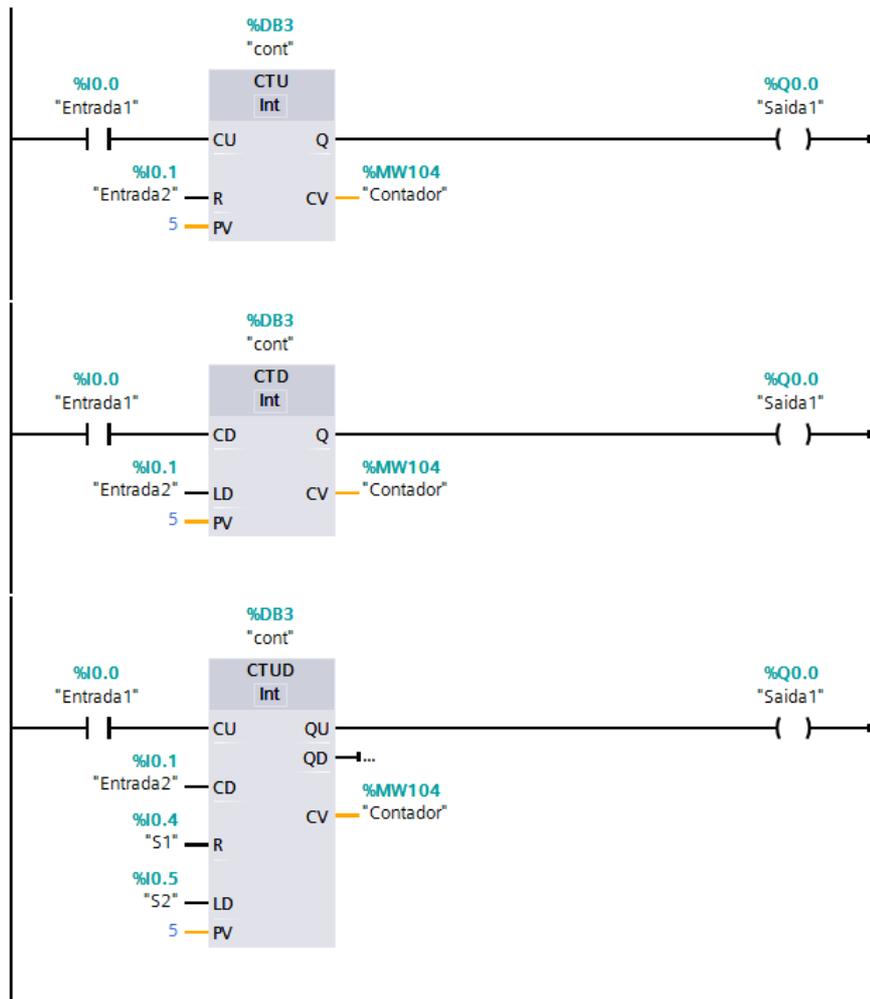
A variável “IN” é a entrada, o que ira acionar a contagem.

A variável “Q” é a saída (booleana) que ira, por exemplo utilizando TON acionar depois que passe os 5s.

Contadores

Os contadores são usados para incrementar ou decrementar um valor até alcançar o número pré-determinado de um processo. São normalmente conectados a sensores digitais e deste modo é possível controlar o número de pulsos no contador, e quando o valor desejado é alcançado a bobina ligada à saída é acionada. Contadores são retentivos e no caso de queda de energia o valor acumulado não será perdido.

Existem três tipos de contadores, os de contagem crescente (CTU), decrescente (CTD) e o crescente e decrescente (CTUD). A baixo veremos, na figura, um exemplo de utilização de cada um deles.



A variável “CU” é o que ativa a contagem, a cada pulso o contador vai acrescentar uma unidade de valor.

A variável “CD” é o que ativa a contagem, a cada pulso o contador vai decrementar uma unidade de valor.

A variável “R” é o que zera a contagem, a cada pulso leva a memória do contador a zero.

A variável “LD” é o que carrega a contagem, a cada pulso leva a memória do contador, no caso a 5.

A variável “PV” é o valor pré-determinado da contagem.

A variável “Q” é a saída (booleana) do contador, ela ativará quando o contador chegar ao seu número pré-determinado.

A variável “QU” é a saída (booleana) do contador, ela ativará quando o contador chegar ao

seu número pré-determinado.

A variável “QD” é a saída (booleana) do contador, ela ativará quando o contador chegar ao seu número zero.

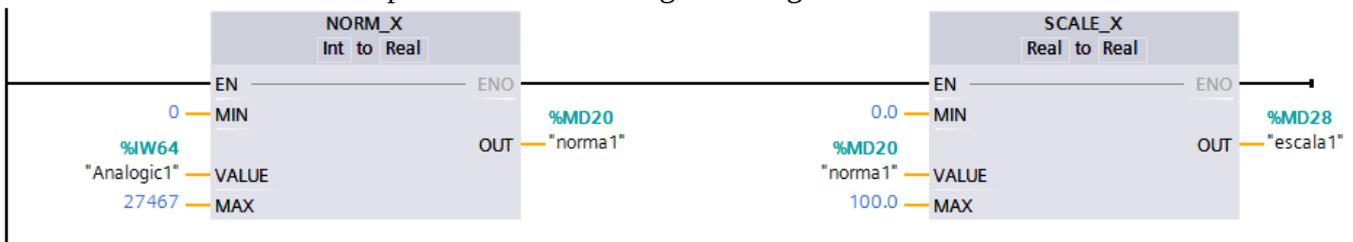
A variável “CV” é a saída (inteira) do contador, é uma memória do tipo int que contém o valor atual da contagem, pode ser utilizada em comparadores.

Variáveis Analógicas

As variáveis analógicas são as entradas ou saídas analógicas presentes no CLP. O CLP estudado possui duas entradas analógicas e um módulo com uma saída analógica.

Elas são convertidas através dos conversores D/A, de digital para analógica, no caso das saídas, ou conversores A/D, de analógico para digital, no caso de entradas.

Elas apresentam algumas peculiaridades na forma que são tratadas dentro da programação em Ladder. Isso está melhor explicado através das figuras a seguir.



É necessário utilizar um conjunto de blocos de conversão, NORM_X e SCALE_X, o primeiro normaliza a entrada analógica a um valor de 0 a 1. O segundo utiliza esse número normalizado e lhe dá um significado físico, por exemplo temperatura de um sensor varia de 0 a 100 °C, o valor escala1 então terá valores dentro dessa faixa.

É importante ressaltar que é necessário dizer a cada bloco que tipo de variáveis ele irá trabalhar na entrada e na saída, logo abaixo do nome do bloco.

Variáveis do bloco NORM_X:

A variável “MIN” é o valor mínimo que a variável analógica pode alcançar;

A variável “VALUE” é o valor da variável analógica em si;

A variável “MAX” é o valor máximo que a variável analógica pode alcançar, neste caso é 27367 que representa 10 V;

A variável “OUT” é a saída do bloco.

Variáveis do bloco SCALE_X:

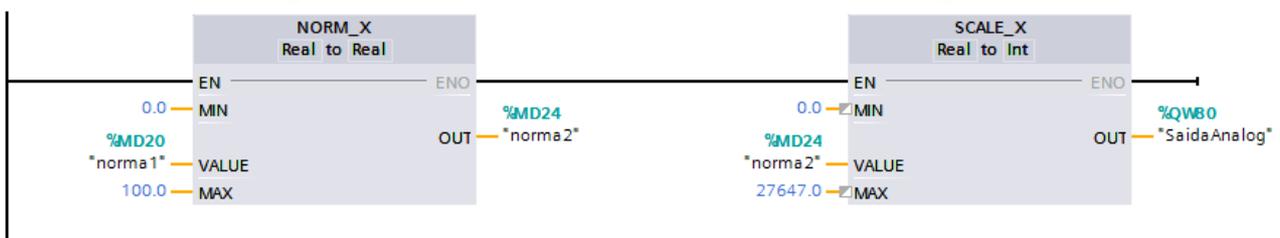
A variável “MIN” é o valor mínimo que o VALUE pode alcançar;

A variável “VALUE” é o valor que será escalonado;

A variável “MAX” é o valor máximo que o VALUE pode alcançar, neste caso é 100;

A variável “OUT” é a saída do bloco.

Para utilizar a saída analógica, deve-se manipular os dois blocos, NORM_X e SCALE_X, porém com outra configuração de variáveis, da forma exemplificada na figura a baixo.



É importante ressaltar que é necessário dizer a cada bloco que tipo de variáveis ele irá trabalhar na entrada e na saída, logo abaixo do nome do bloco.

Variáveis do bloco NORM_X:

A variável “MIN” é o valor mínimo que a variável norma1 pode alcançar;

A variável “VALUE” é o valor da variável norma1 em si;

A variável “MAX” é o valor máximo que a variável norma1 pode alcançar, neste caso é 100, no caso de um variável que tem uma variação na ação de controle de 0 a 100°C;

A variável “OUT” é a saída do bloco.

Variáveis do bloco SCALE_X:

A variável “MIN” é o valor mínimo que o norma2 pode alcançar;

A variável “norma2” é o valor que será escalonado;

A variável “MAX” é o valor máximo que o norma2 pode alcançar, neste caso é 100;

A variável “OUT” é a saída do bloco.

Sistema Supervisório

Os sistemas supervisórios são sistemas digitais de monitoramento e operação da planta que gerenciam variáveis de processo. Estas são atualizadas continuamente e podem ser guardadas em bancos de dados locais ou remoto para fins de registro histórico.

Como o nome já indica, os sistemas supervisórios são utilizados para supervisionar o processo, esse sistema não precisa ficar perto do processo, pois é possível utilizar um meio de comunicação digital para tal fim.

Os sistemas supervisórios podem ser classificados em dois grandes grupos:

- Interface Homem-Máquina (IHM ou *Human Machine Interface – HMI*);
- Aquisição de Dados e Controle Supervisório (SCADA – *Supervisory Control And Data Acquisition*).

Neste material será aprofundado apenas o sistema supervisório HMI.

Interface Homem-Máquina

Esse sistema supervisório é normalmente utilizado, para automação, no chão-de-fábrica, geralmente é caracterizado por um ambiente agressivo. Por isso, sua construção é extremamente robusta, resistente a jato de água direto, umidade, temperatura, poeira e tolerante a vibrações e interferência eletromagnética de acordo com o seu grau de proteção (IP).

Assim, a IHM está normalmente próxima à linha de produção, muitas vezes, instalada na própria estação de trabalho traduzindo os sinais do CLP para sinais gráficos de fácil entendimento. Além disso, a IHM pode ser utilizado para controlar o processo através de uma tela de configurações.

As vantagens apresentadas por esse sistema supervisório são:

- Economia nos custos de instalação: Pois reduz cabos, acessórios, o tempo de montagem, além da eliminação do painel sinótico e diminuição do painel de comando;
- Aumento da capacidade de controle e informação: Pois auxilia o CLP em algumas funções, tem maior flexibilidade para alterações de projetos, sua operação é amigável, apresenta uma fácil programação e uma fácil manutenção.

Dentre suas funções destacam-se:

- Visualização de alarmes;
- Visualização de dados dos dispositivos instalados na linha de produção;
- Visualização de dados de processo;
- Operação manual da máquina, a ele conectada;
- Alteração de parâmetros do processo;
- Diagnóstico de falhas da máquina.

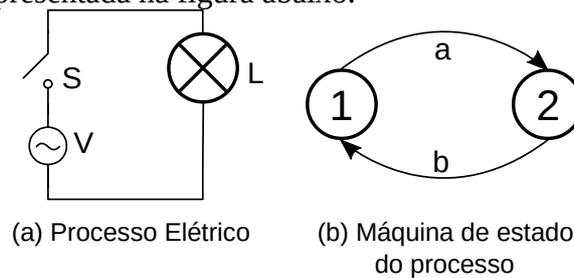
Máquina de estado

A máquina de estado é um conceito utilizado para facilitar a interpretação de diagrama de processo de automação. Para isso, desenvolveu-se um conceito onde uma máquina abstrata é

utilizada para indicar em qual estado processo está. Para expandir esse conceito necessita-se observar a planta em razão dos seus estados, e não mais modelá-la em função do tempo (forma clássica de modelagem de processo), isto é, o conceito de estado surge para “substituir” a variável tempo. Assim, utilizando essa abordagem, pensa-se de forma a imaginar que evento levaria de um estado de operação ao outro.

A máquina de estado apresenta os estados de operação possíveis (como pontos de parada, representados, usualmente, por círculos) e os eventos de transição de estados (representados, usualmente, por flechas ligando dois estados).

Como exemplo podemos pensar em um processo onde uma chave aciona uma lâmpada. Podemos modelar esta planta a partir de dois estados possíveis, a lâmpada acesa e a lâmpada apagada. Os eventos, neste caso, acenderiam e apagaríamos a lâmpada. De forma que a modelagem desta planta ficaria como apresentada na figura abaixo.

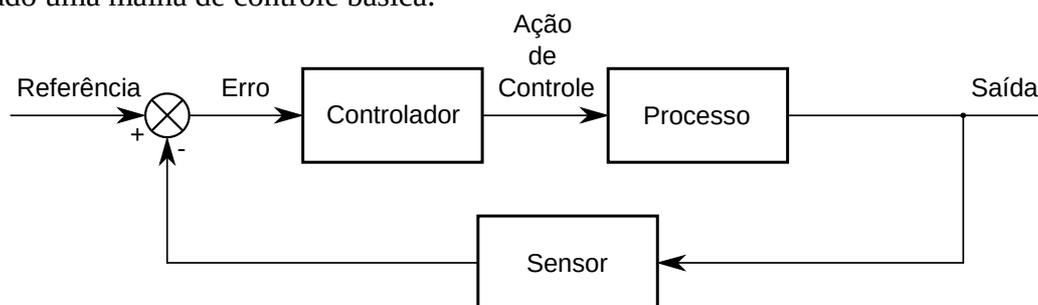


Existem varias variações de máquinas de estado, como exemplo uma máquina de estado, utilizando o método de autômatos, ou a máquina de Moore e máquina de Mealy. Porém, todas apresentam estados possíveis e eventos de transição.

Sistemas de controle industrial

Os sistemas de controle industrial, são as técnicas básicas de controle aplicadas a máquinas e processos industriais.

Um controlador é um dispositivo que tem como objetivo impor um comportamento desejado a um sistema. Para isso ele utiliza técnicas de controle que geram uma ação de controle está, por sua vez, atua sobre a planta (processo) impondo o comportamento desejado. Na figura a seguir é apresentado uma malha de controle básica.



Analisando a figura a cima, observa-se que o valor da saída do processo é realimentado por um sensor que ao ser subtraído da referência (o valor desejado da saída) gera um erro. Assim, pode-se concluir que o controlador age sobre esse erro tentando minimizá-lo. Esta figura apresenta um sistema de controle de malha fechada. Existe um sistema de controle em malha aberta, onde não existe a realimentação da saída.

Dentre as técnicas de controle as mais utilizadas no meio industrial são:

- Sistema de controle ON/OFF;
- Sistema de controle por histerese;
- Sistema de controle Proporcional Integral Derivativo (PID).

Existem muitas outras técnicas de controle, porém essas muitas apresentam uma teoria mais rebuscada, e muitas vezes, o resultado final não apresenta um acréscimo significativo. Assim, nesse

material abordará apenas essas técnicas.

Sistema de controle ON/OFF:

O sistema de controle ON/OFF é o mais básico de todos, ele pode ser realizado de forma manual. Quando o processo chegar no valor desejado, desliga-se o atuador. Enquanto o processo não atingir o valor desejado o atuador deverá estar acionado. Esse sistema de controle é utilizado em processo onde a resposta de saída é relativamente lenta.

Como esse método de controle apresenta apenas dois estados de atuação para o atuador, isso gera bastante desgaste no mesmo. Além disso, quando a planta tem resposta muito rápida o atuador opera ligando e desligando de forma muito frequente, diminuindo a vida útil do atuador. Uma evolução deste método de controle é o sistema de controle por histerese.

Sistema de controle por histerese:

O controle por histerese, também apresenta apenas dois estados possíveis de atuação do atuador, ligado e desligado. Porém, é delimitado uma faixa de operação desejada para saída do processo. Assim, o atuador estará ligado até a saída atingir o limite máximo (ou superior) de operação, após desligará e só voltará a ser acionado quando a saída estiver no limite mínimo (ou inferior) desejado. Essa técnica pode ser utilizada tanto para processo com respostas de saída lenta como rápida.

Sistema de controle Proporcional Integral Derivativo (PID):

Com o intuito de melhorar a ação de controle imposta sobre a planta, principalmente sobre o atuador diminuído os desgastes sofrido, é utilizado técnicas de controle proporcional integral derivativo.

Para projetar um controlador PID é necessário modelar (conhecer) a planta ou processo. A partir disso se analisa se apenas um controlador proporcional (P) é capaz de atingir os objetivos requeridos, caso não seja, analisa-se se um controlador proporcional integrativo (PI) seria o suficiente, caso não seja então projeta-se um controlador proporcional integral derivativo (PID).

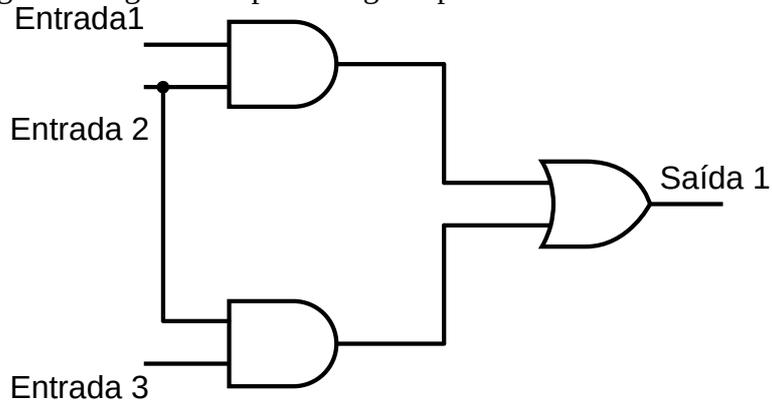
O projeto desses controladores se dá basicamente em encontrar os ganhos necessários e suficientes para atingir o objetivo. Esse processo também é conhecido como **sintonia de ganhos**.

Para essa sintonia pode-se utilizar diferentes métodos, dentre eles estão:

- Projeto por diagrama de bode;
- Projeto por lugar das raízes;
- Projeto por diagrama de Nyquist;
- Ajuste manual.

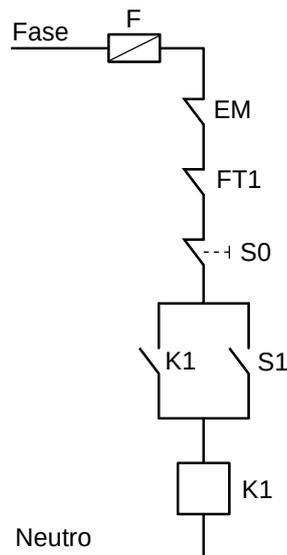
Experiências

1. Converta o seguinte diagrama de portas lógicas para Ladder.



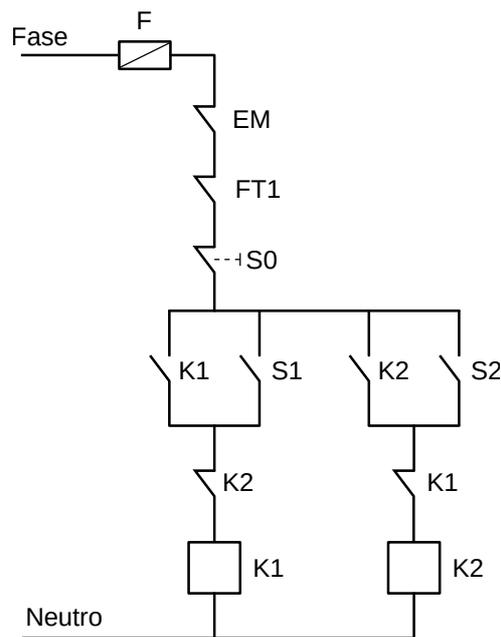
2. Considere que queira-se acender uma lâmpada (L) a partir de dois interruptores (S1 e S2). A lâmpada L apenas deve ser acionada quando S1 estiver acionado e S2 **não** estiver acionado. Considerando que os interruptores sejam fisicamente conforme segue-se, faça a programação em Ladder.

- a) Quando fisicamente os interruptores S1 e S2 são normalmente abertos.
 - b) Quando fisicamente o interruptor S1 é normalmente aberto e o interruptor S2 é normalmente fechado.
 - c) Quando fisicamente os interruptores S1 e S2 são normalmente fechados.
3. Na figura a seguir é apresentado uma partida direta. Esta é apresentada com diagrama usual a base de contatores. Deseja-se realizar essa partida utilizando um CLP. A partir do esquema de contatores dado utilize a linguagem Ladder, para realizar o acionamento.

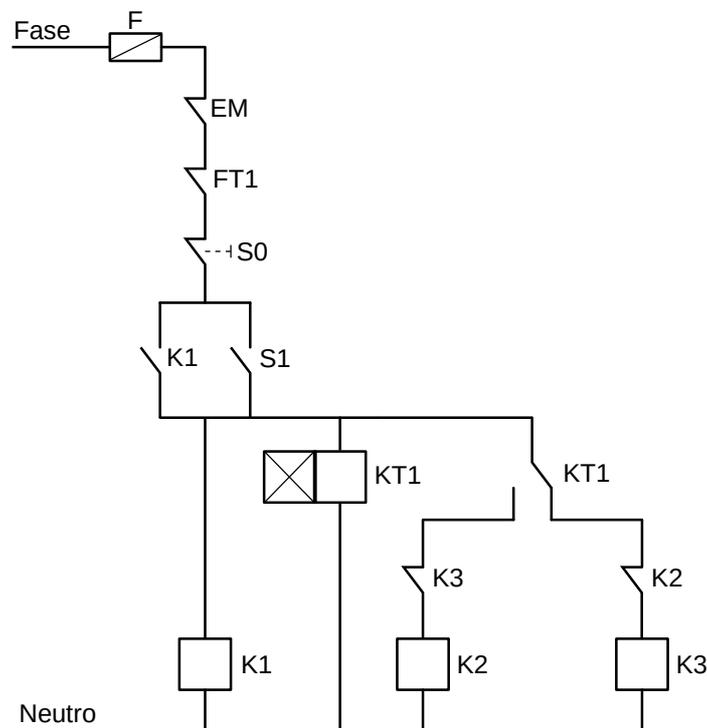


4. (5) Na figura a seguir é apresentado uma partida direta com reversão de giro do motor. Esta é

apresentada com diagrama usual a base de contadores. Deseja-se realizar essa partida utilizando um CLP. A partir do esquema de contadores dado utilize a linguagem Ladder, para realizar o acionamento.



5. Na figura a seguir é apresentada uma partida estrela triângulo. Esta é apresentada com diagrama usual a base de contadores. Deseja-se realizar essa partida utilizando um CLP. A partir do esquema de contadores dado utilize a linguagem Ladder, para realizar o acionamento.



6. Em uma máquina industrial as suas saídas são acionadas dependendo da combinação de seus sensores (entradas). Pedese que faça uma programação em Ladder para controlar as saídas dessa máquina. A seguir é têm-se uma tabela que apresenta as combinações de entradas que

acionam as saídas.

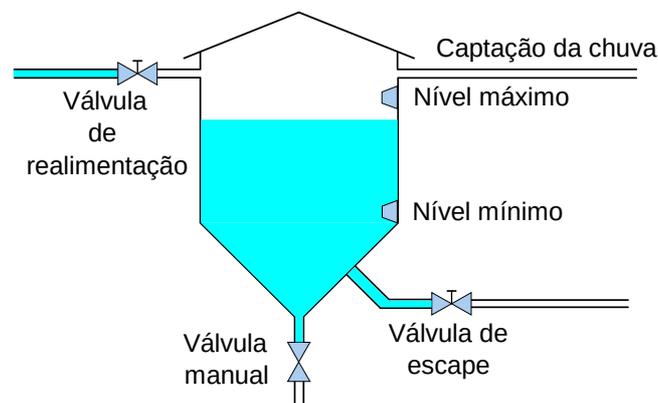
Ent1	Ent2	Ent3	Saída1	Saída2	Saída3	Saída4
0	0	0	0	0	0	1
0	0	1	1	0	0	1
0	1	0	1	1	0	0
0	1	1	1	1	0	1
1	0	0	0	1	0	0
1	0	1	0	1	1	0
1	1	0	0	0	1	1
1	1	1	1	0	1	0

7. Têm-se um botão *push-button* (mola) S1 para acionar e desacionar uma mesma carga C, ou seja, cada vez em que o botão é apertado (borda de subida) o estado da saída se inverte. Faça um programa em Ladder que realize esse acionamento.

8. Em uma localidade do interior, um proprietário decidiu instalar um tanque para a captação da água da chuva para utilizar em sua propriedade. Esse proprietário lhe contratou para realizar a programação do CLP que controla o tanque para que nunca falte água (*Controle On-Off*). Foi solicitado as seguintes condições de trabalho:

- Caso o tanque atinja o nível máximo de água, uma válvula de escape deve ser acionada até que o sensor de nível máximo desligue;
- Caso o nível de água baixar do nível mínimo, deve-se acionar uma válvula de realimentação de água até que o tanque fique quase cheio.

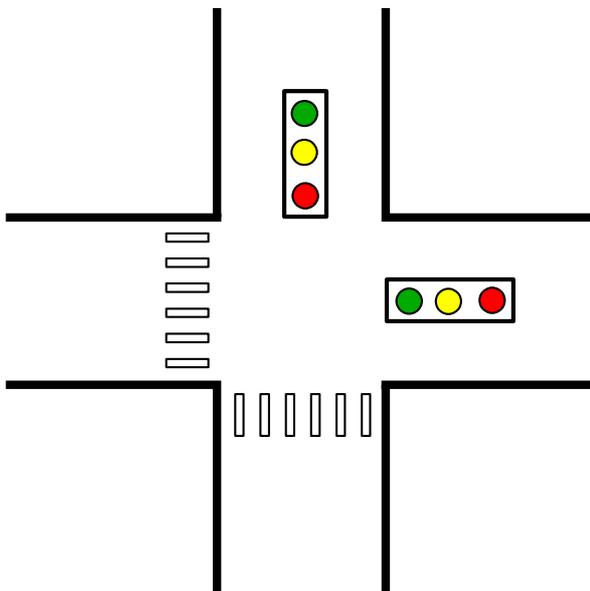
Abaixo está apresentado um esboço do tanque que deverá ser controlado.



9. Em um projeto de automação, necessita-se que ao ser apertado um botão pulsado, um contator seja acionado por 5,2 segundos. Após terminado esse tempo, desligue a saída 1 e seja acionado a saída 2 indeterminadamente. Faça um programa em Ladder que realize esse projeto. Lembre-se de colocar um botão com a função de desliga o processo.

10. Em uma fábrica, necessita-se que uma máquina seja acionada 3,2 segundos após ser apertado uma chave e funcione 5,8 segundos. Após ter decorrido o tempo pré-determinado, uma segunda máquina deverá ser acionada por tempo indeterminado.

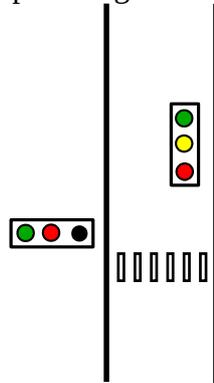
11. Em outro processo, necessita-se que duas máquinas sejam acionadas, uma de cada vez, alternadamente e de forma cíclica. A primeira deve ficar acionada por 2,8 segundos e a segunda por 3,7 segundos. Deve-se conter um botão que ligue o processo e um botão de emergência que desligue o mesmo.
12. Refaça o exercício 5, porém agora pede-se que o motor atue na conexão estrela por 5 segundos e depois passe para triângulo. Pede-se que entre as duas conexões ocorra um intervalo morto de 0,5 segundos.
13. Deseja-se automatizar uma linha de produção através de sensores e um CLP. Nessa linha têm-se uma esteira que transporta os produtos, para o bom andamento da linha de produção, precisa-se realizar uma etapa de segurança, onde se o sensor ótico, de detecção de produtos, não for acionado em um intervalo menor que 5 segundos a esteira deve parar. O religamento da esteira será realizado de forma manual através de um botão pulsante. Faça um programa em Ladder que realize essa etapa de segurança da linha de produção.
14. Realize um programa em Ladder, onde quer que uma determinada máquina apenas seja acionada se dois botões forem apertados ao mesmo tempo (comando bi-manual), com 0,3 segundo de tolerância. Esse é um sistema de segurança que é utilizado em algumas máquinas industriais para obrigar que ela só seja acionada se o operador estiver com as duas mãos em um local seguro.
15. Em uma cidade pequena cidade decide-se instalar dois semáforos em um cruzamento. Assim, decidem contratar você para realizar a programação dos semáforos segundo a figura e tabela abaixo:



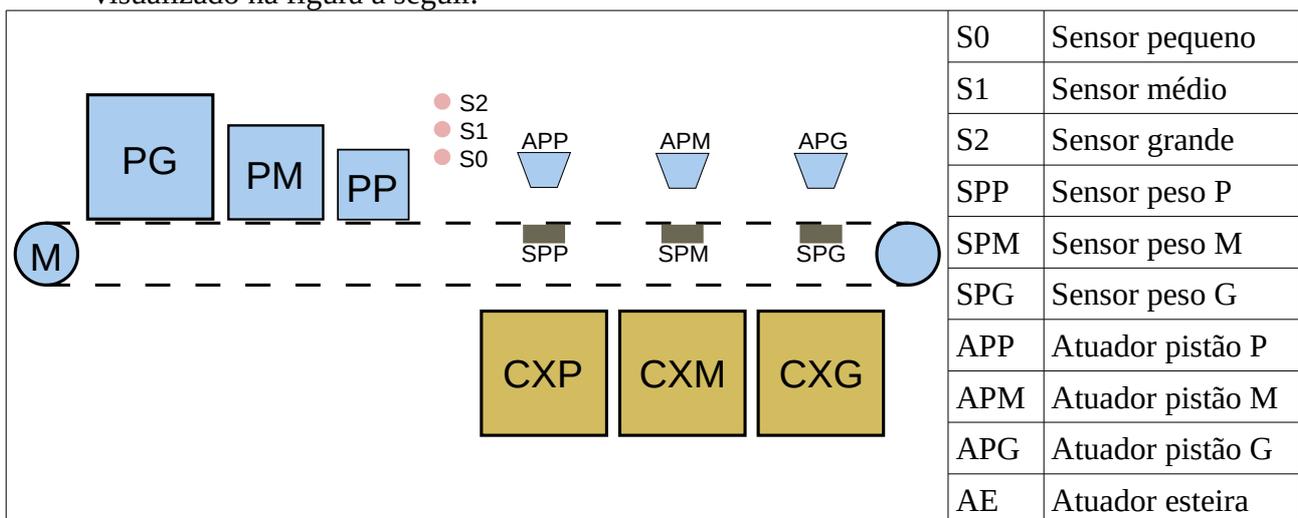
Tempo (s)	Semáforo 1	Semáforo 2
10	Verde	Vermelho
3	Amarelo	Vermelho
2	Vermelho	Vermelho
10	Vermelho	Verde
3	Vermelho	Amarelo
2	Vermelho	Vermelho

16. Devido ao seu excelente trabalho com o controle dos semáforos no cruzamento da Rua 1 com a Rua 2, o prefeito da mesma cidade, contratou você para realizar o projeto em outra rua. Nessa rua necessita-se de um semáforo simples com um semáforo de pedestres. O semáforo realizar as seguintes instruções:
 - Ligar a lâmpada verde e permanecer ligada 10 segundos (estágio luz verde), depois ligar a lâmpada amarela;

- Ligar a lâmpada amarela e permanecer ligada 5 segundos (estágio luz amarela), depois ligar a lâmpada vermelha;
- Ligar a lâmpada vermelha e permanecer ligada 10 segundos (estágio luz vermelha), depois ligar a lâmpada verde;
- Caso o botão de pedestre (pulsante) for acionado e o semáforo estiver com a lâmpada verde ligada, o semáforo deverá passar imediatamente para o estágio da luz amarela;
- Quando o semáforo de pedestre está entre os estágios verde e vermelho, o mesmo deverá piscar o vermelho (0,5 segundos) por 2 segundos.



17. Em uma linha de produção, uma das etapas é a separação de peças pequenas, médias e grandes. Essa etapa, até então, era feita de modo manual. Porém, para aumentar a produtividade deseja-se automatizá-la. Para isso, instalou-se um sistema com três sensores ópticos, que detectam o tamanho do produto, três sensores de posição e três atuadores do tipo pistão pneumático, pois cada tamanho será empurrado para sua respectiva caixa. Os sensores ópticos não serão acionados necessariamente ao mesmo tempo. Depois que os sensores detectam o tamanho correto da peça, essa deve seguir na esteira até a posição correta, para depois o pistão ser acionado (para a frente) e empurrar a peça para sua devida caixa. Não esqueça de acionar o pistão para trás antes de religar a esteira. Esse processo pode ser visualizado na figura a seguir.



18. Realize um programa em Ladder que conte peças através de um sensor de contato

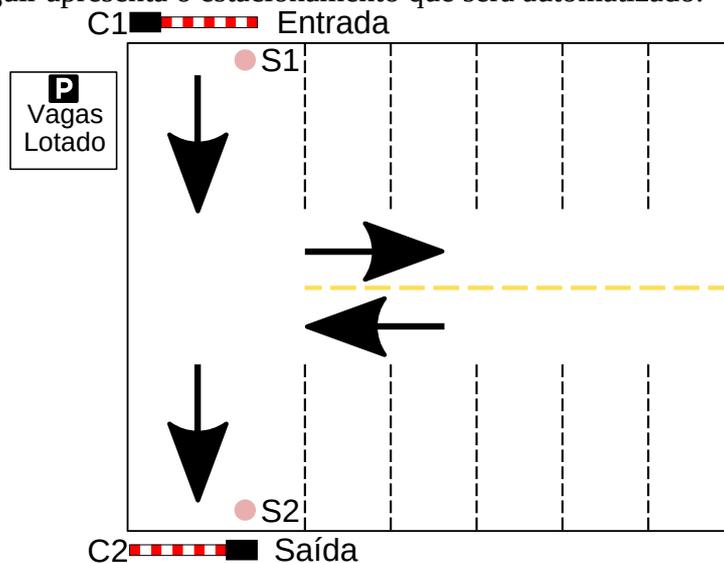
normalmente aberto (NA). O contador deve contar até 10 e acionar uma saída e zerar o contador.

19. Com base no exercício anterior, faça agora, que o contador seja zerado após ter passados 3 segundos do final da contagem e recomece a contar automaticamente.

20. O proprietário de um estacionamento no centro da cidade está interessado em automatizar o seu processo, para isso ele decide te contratar para realizar esse trabalho. O projeto de automação deve ter os seguintes requisitos:

- O parque de estacionamento tem capacidade para 10 veículos. Assim, deve haver um placar luminoso na entrada que indique se ainda tem vagas disponíveis ou se o parque está lotado;
- Quando o parque estiver lotado, não deve ser permitida a entrada de novos veículos;
- O projeto de automatização contém um sensor (S1) que detectará a entrada de veículos;
- Existe uma cancela (C1) na entrada para o estacionamento, esta será automática e disparada pelo sensor (S1) para cima durante 4 segundos. Quando esse tempo acaba e o sensor S1 mudar de estado (indicando que o carro já entrou no estacionamento), antes de atuar C1 para baixo, é criado um atraso de 2 segundos, para garantir que o carro já tenha entrado no estacionamento. Então, após decorrer esse tempo, C1 deve ser acionado a baixar durante 4 segundos;
- Existe uma cancela (C2) na saída do estacionamento, esta deve ser acionada da mesma forma que a cancela C1, apenas ressalta-se que a contagem dos veículos deve ser decrescente, já que eles estão deixando o estacionamento.

A figura a seguir apresenta o estacionamento que será automatizado.



21. Desenvolva um programa em Ladder de proteção de temperatura em motores. Para isso, têm-se um sensor de temperatura conectado a carcaça do motor, este sensor atua de 0 a 300°C (0 -10 V, A/D de 10 bits). Acenda uma sinalização de aviso, caso a temperatura esteja em 90% do valor limite. Antes de desligar o motor por elevação da temperatura (90% do valor limite), espere 5 segundos, isso porque o funcionamento do motor em sobre corrente é garantido pelo fabricante por esse intervalo de tempo.

22. Faça um programa que acenda uma determinada lâmpada a cada faixa de temperatura

indicada, conforme segue:

Lâmpada	Faixa de temperatura
Q0.1	0 – 20°C
Q0.2	20 – 50°C
Q0.3	50 – 80°C

O sensor opera de 0 a 100°C, faixa de tensão de 0 a 10 V, utilize um CLP de 10 bits.

23. Você foi contratado para desenvolver um programa em Ladder para controlar a temperatura de um forno de indução a partir de um CLP com resolução de 10 bits. Este forno possui um sensor de temperatura a laser, com saída de 0 a 10 V, e faixa de leitura de 0 a 2000°C. O sistema possui uma chave liga/desliga e uma lâmpada de indicação (acionada quando o forno estiver ligado). Deseja-se manter uma temperatura de 1500°C. O forno deve ser ligado se a temperatura estiver a baixo de 50°C do valor de referência e deve ser desligado quando estiver a 50°C acima do valor de referência.
24. A partir do exercício anterior, faça agora um programa que considere uma faixa de temperatura de operação, isto é, o forno deve operar entre 1300°C e 1500°C. Adicione ao programa três sinalizações, uma para temperatura abaixo da faixa, uma para temperatura dentro da faixa e outra para temperatura a cima da faixa.
25. Um cliente o contratou para controlar a velocidade de um motor de indução a partir de um CLP. A saída analógica do CLP está conectada a um inversor de frequência de modo que quando receba de 0 a 10 V na sua entrada faça o motor girar de 0 a 1800 rpm linearmente. O controle será realizado de forma que se o operador apertar um botão (S0) a velocidade do motor aumentará 20 rpm, caso o operador aperte S1 o motor diminuirá sua velocidade em 20 rpm. Ainda teremos um botão S2 que desligará o motor.