

**Aula 00 - Profa. Thais  
Martins (Somente PDF)**

*TRANSPETRO (Profissional Nível Médio  
- Ênfase 6: Manutenção Elétrica)  
Conhecimentos Específicos*

Autor:  
**Edimar Natali Monteiro, Mariana  
Moronari, Thais Martins**

10 de Abril de 2024

# Índice

1) Conceitos Básicos em Automação Industrial .....	3
2) Introdução aos Controladores Lógicos Programáveis .....	31
3) Conceitos Básicos de Redes Industriais .....	48
4) Questões Comentadas - Automação Industrial - Multibancas .....	57
5) Lista de Questões - Automação Industrial - Multibancas .....	83



# AUTOMAÇÃO INDUSTRIAL – CONCEITOS BÁSICOS

*Pode-se definir Automação Industrial como o uso de controladores programáveis ou mecanismos de controle automático para operar e monitorar processos industriais. Esta abordagem se baseia nos princípios de controle, automação e informação, de modo a proporcionar maior **precisão, segurança, qualidade e produtividade** nos **processos industriais**. Esta abordagem envolve a monitoração de variáveis de processo, a aquisição de dados de medição, o controle de processos e a execução de ações específicas para atingir os resultados desejados. A Automação Industrial pode ser alcançada por meio de dispositivos de controle programáveis, dispositivos de controle lógicos programáveis, robôs industriais, sistemas de controle e outros dispositivos periféricos específicos da planta industrial a ser automatizada. Essa abordagem é usada em uma ampla variedade de aplicações industriais desde a produção de alimentos até a produção de energia.*

*Nesta aula serão abordados os seguintes aspectos relativos à Automação Industrial:*

- [Contextualização histórica](#)
- [Introdução aos Controladores Lógicos Programáveis](#)
- [Arquitetura de um CLP](#)
- [Modos de operação de um CLP](#)
- [Sensores](#)
- [Conceitos básicos de linguagem de programação para CLPs](#)
- [Linguagem Ladder](#)
- [Conceitos básicos de Redes Industriais](#)
- [Conceitos básicos de Sistemas Supervisórios](#)
- [Questões comentadas](#)



## Contextualização histórica

O estudo da evolução industrial quanto aos aspectos instrumentais é de suma importância, visto que a produtividade dos processos de segmentos diversos (automobilístico, alimentício, energia, aço, etc.) teve uma notável mudança quanto à eficiência da cadeia produtiva. Assim, os principais marcos de transição e evolução dos processos industriais são caracterizados por datas e aspectos notáveis.

- **Final do século XIX (Revolução Industrial):** As **funções de controle** e tarefas repetitivas eram desempenhadas por **dispositivos mecânicos**. Estes, por sua vez, agregavam quanto ao aumento da produtividade nas plantas industriais por serem capazes de automatizar algumas tarefas repetitivas. No entanto, eles apresentavam alguns **aspectos negativos**, como:
  - Eram produzidos para uma **única atividade específica**;
  - Sempre que ocorria alguma **alteração no processo**, **novos dispositivos** deveriam ser desenvolvidos;
  - Apresentavam uma **vida útil pequena** devido a sua natureza mecânica;
  - Os **custos de implantação** muitas vezes **não valiam à pena** devido a sua natureza peculiar.
- **Início do século XX, os dispositivos mecânicos foram substituídos por relés e cortadores:** Estes dispositivos oferecem uma alternativa de **custo viável para a automação de pequenas máquinas**, com um **número limitado de transdutores e atuadores**. Além disso, a lógica de relés também permitiu o **desenvolvimento de funções de controle mais complexas e sofisticadas**. Hoje em dia, os relés são **amplamente utilizados em sistemas de controle em todo o mundo**, sem contar com a existência de muitos sistemas antigos os quais ainda se encontram em funcionamento em que a lógica de relés é aplicada. No entanto, apesar de suas vantagens, os sistemas de relés ainda apresentam algumas **características negativas**:
  - **Tempo elevado para refazer os sistemas de controle complexos** devido à grande quantidade de componentes;
  - **Dificuldade na manutenção dos sistemas de grande porte** devido ao número elevado de interligações elétricas e o grande volume de cabeamento.



- **Início da década de 70, surgiram os primeiros computadores:** Os computadores apresentaram-se como uma **excelente alternativa para contornar alguns dos problemas** decorrentes dos sistemas mais antigos. Isso se justifica pelo fato deles **serem programáveis**, o que **agilizava as adaptações e manutenções da planta industrial**. No entanto, eles também apresentavam **algumas desvantagens**, sendo elas:
  - **Preço elevado;**
  - **Grandes e pesados;**
  - **Carência de mão de obra** para realizar a **programação**, pois eram **complexos e pouco intuitivos;**
  - Sensíveis a ambientes "hostis", ou seja, apresentavam **robustez reduzida**.
- **Final do século XX, quase em paralelo à aplicação dos computadores, surgiram os primeiros Controladores Lógico Programáveis (CLP):** O motivo de seu desenvolvimento foi justamente para **suprir certas carências que o sistema de relés e contadores** apresentavam, como por exemplo e citados anteriormente, a dificuldade e o tempo elevado para ajustar o painel de relés a qualquer mudança nos parâmetros das linhas de produção. Os CLPs conquistaram seu espaço devido às suas **características fundamentais**, dentre as quais:
  - **Facilidade de programação e reprogramação**, permitindo a adaptação da sequência de operações na linha de montagem sem a necessidade de deslocamento ao local;
  - **Possibilidade de manutenção e reparo**, com blocos de entrada e saída modulares.
  - **Alta confiabilidade** para uso em ambientes industriais;
  - **Redução de tamanho** em comparação aos sistemas tradicionais que usam relés;
  - **Ser competitivo em custo** em relação a painéis de relés e eletrônicos equivalentes;
  - Possibilidade de **expansão sem grandes alterações** no sistema;
  - **Interface amigável;**
  - **Integração dos dados de processo do CLP em bancos de dados gerenciais**, para tornar disponíveis informações sobre o chão de fábrica para os departamentos envolvidos com o planejamento da produção.



Confira uma questão de prova:



(IBFC - EBSERH - Engenheiro Clínico - (HUGG-UNIRIO) 2017)

As vantagens da utilização do controlador lógico programável (CLP) em aplicações industriais são inúmeras e cada dia surgem novas, que resultam em maior economia, superando o custo do equipamento. Essa evolução oferece grande número de benefícios. Assinale a alternativa incorreta.

- A) Haverá maior produtividade e otimização de espaço nos locais que utilizam o CLP.
- B) Haverá melhoria na qualidade do produto final e maior segurança para os operadores do CLP.
- C) Haverá alto MTBF (tempo médio entre falhas) e baixo MTTR (tempo de máquina parada) para o CLP.
- D) O CLP é de fácil manutenção e permite a reutilização do cabeamento.
- E) Haverá um maior consumo de energia, compensado pelo baixo custo de instalação do CLP.

**Comentário:**

A questão pede a **alternativa incorreta**. Vamos analisar cada alternativa.

**A alternativa A é verdadeira**, visto que é condizente com uma das **grandes vantagens dos CLPs: Redução de tamanho em comparação aos sistemas tradicionais que usam relés**.

**As alternativas B, C e D também estão corretas**, já que ambas também tratam das vantagens dos CLPs que oferece um nível de controle dos processos mais eficientes e, portanto, maior a segurança, a qualidade dos produtos e a facilidade de manutenção. **Vale destacar os KPIs (Indicadores chaves de performance)** abordados na alternativa C, **sendo eles o MTBF (tempo médio entre falhas) e o MTTR (tempo de máquina parada)**. **Se o CLP facilita o diagnóstico de falhas e fornece informações rápidas e precisa sobre os componentes da planta industrial, é razoável concluir que o MTBF será alto**, pois serão implementadas ações de melhoria em virtude do diagnóstico dos CLPs. **O mesmo se aplica ao MTTR que deverá diminuir**, pois com a agilidade na manutenção e melhor entendimento das falhas, o tempo de máquina parada irá cair.

Portanto, **a alternativa incorreta é a letra E**. **O CLP não acarreta aumento do consumo de energia**, o que macula a questão. **Pelo contrário, os CLPs, principalmente os mais modernos, apresentam fontes retificadoras eficientes que proporcionam baixo custo energético**.

**Gabarito: Letra E**



Como forma de estruturar e segmentar os aspectos gerais da Automação Industrial elaborou-se a **Pirâmide da Automação ou Pirâmide ISA**. Esta, por sua vez, trata de forma geral sobre os níveis de controle em processos de industriais. A Figura 1 representa a Pirâmide da Automação em seus **05 níveis de divisão**.

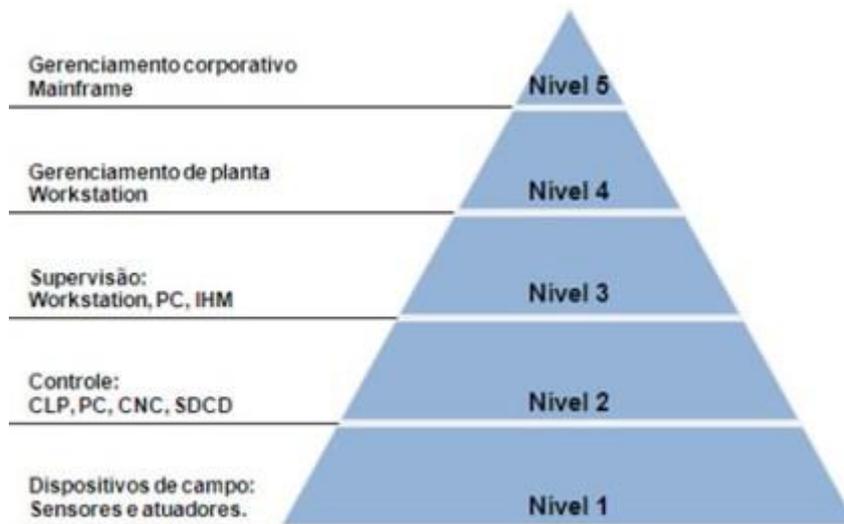


FIGURA 1. PIRÂMIDE DA AUTOMAÇÃO.

FONTE: [HTTPS://AUTOMACAOECARTOONS.COM/2018/01/11/PIRAMIDE-DA-AUTOMACAO-INDUSTRIAL](https://AUTOMACAOECARTOONS.COM/2018/01/11/PIRAMIDE-DA-AUTOMACAO-INDUSTRIAL)

Podem-se dividir os cinco níveis de automação em:

- **Nível 1 – Coleta de dados e controle manual:** Dispositivos de campo;
- **Nível 2 – Controle Individual:** Equipamentos que implementam o **controle automatizado**, como **CLP** (controlador lógico programável), **SDCD's** (sistema digital de controle distribuído) e relés.
- **Nível 3 – Controle de célula, supervisão e otimização do processo:** Supervisão da operação de uma determinada célula de trabalho em uma planta industrial. Em muitos casos, é fornecido apoio a partir de um banco de dados.
- **Nível 4 – Controle fabril total, produção e programação:** Auxilia tanto na automação de processos industriais quanto na logística de suprimentos.
- **Nível 5 – Planejamento estratégico e gerenciamento corporativo:** Gerenciamento dos recursos da empresa. Este nível conta com softwares para gestão de vendas, gestão financeira e BI (Business Intelligence).



## Introdução aos Controladores Lógicos Programáveis

O estudo dos Controladores Lógicos Programáveis - CLP - exige o entendimento de alguns conceitos fundamentais. Esses conceitos serão essenciais para a eficácia do entendimento dos aspectos centrais dos CLPs.

- **Entradas Analógicas** - são dispositivos de entrada que **recebem sinais elétricos contínuos**, como tensão ou corrente, e convertem-nos em sinais digitais para processamento. Estes dispositivos são usados para medir temperatura, pressão, fluxo, nível e outras grandezas físicas que exigem um controle mais preciso. O sinal de saída é normalmente um sinal digital, que é interpretado por um computador, a fim de produzir um resultado desejado.
- **Entradas Digitais** - são dispositivos de entrada que **recebem um sinal digital**, como um sinal binário, para o processamento dos dados. Estes dispositivos podem ser usados para ler informações de sensores, como contadores, relés, chaves, botoeiras, etc., e fornecer informações ao sistema. O sinal de saída é normalmente um sinal digital, que é interpretado por um computador para produzir um resultado desejado.
- **Saída analógica** - é um dispositivo de saída que é **capaz de controlar sinais contínuos**. Estes dispositivos são usados para controlar dispositivos externos, como motores e atuadores. Eles são projetados para gerar sinais analógicos que variam em amplitude, frequência ou frequência modulada. Geralmente, esses sinais são gerados em resposta a entradas analógicas ou digitais.
- **Saída digital** - é um dispositivo de saída que **controla sinais discretos**, geralmente binários. Estes dispositivos são usados para controlar dispositivos externos, como relés, solenoides e válvulas. As saídas digitais são projetadas para gerar sinais digitais que variam entre dois estados, geralmente 0 ou 1. Esses sinais são gerados em resposta a entradas analógicas ou digitais.

Os conceitos apresentados, além de aparecerem em diversos assuntos relacionados à Automação Industrial, **também são alvo de incidência direta em questões de concursos conforme será apresentado adiante**. Os CLPs, desde o início de suas aplicações nos cenários industriais, passaram por intensas aprimorações de projeto até os dias de hoje. O conceito de CLP mais amplo e com maior aceitabilidade no cenário global foi proposto pelo IEC (**International Electrothetical Comission**) como sendo:



"Um Sistema eletrônico operando digitalmente, projetado para uso em um ambiente industrial, que usa uma memória programável para a armazenagem interna de instruções orientadas para o usuário para implementar funções específicas, tais como lógica, seqüencial, temporização, contagem e aritmética, para controlar, através de entradas e saídas digitais ou analógicas, vários tipos de máquinas ou processos. O controlador programável e seus periféricos associados são projetados para serem facilmente integráveis em um sistema de controle industrial e facilmente usados em todas suas funções previstas."

Para a prova, sintetizando todo esse pensamento, temos:

#### CLP

- Um **CLP** é um dispositivo eletrônico programável com interface amigável, robusto e capaz de receber, processar e transmitir informações de modo a efetuar o controle e monitoramento de diversos processos industriais. Entende-se por programáveis o fato de ser possível a alteração dos parâmetros de comando e controle das plantas industriais via *software*, ou seja, não é necessário alterar toda arquitetura das ligações elétricas lógicas como é feito no sistema de relés.



HORA DE  
**PRATICAR!**

(FGV - 2021 - IMBEL - Engenheiro Mecatrônico) A respeito dos dispositivos de entrada/saída do CLP, analise as afirmativas a seguir.

- As entradas analógicas de um CLP são geralmente empregadas em processos que exigem um controle mais preciso.
- Muitas variáveis de entrada que possuem comportamento analógico são controladas digitalmente.
- Dada a sua simplicidade, as saídas analógicas são as mais utilizadas.

Está correto o que se apresenta em:

- A) I, somente.



- B) I e II, somente.
- C) I e III, somente.
- D) II e III, somente.
- E) I, II e III.**

#### Comentários:

A questão aborda os conceitos fundamentais de Entrada/Saída de dados em um CLP.

**A afirmativa I está correta**, pois as entradas analógicas carregam um volume maior de informações devido aos valores intermediários presentes em virtude da continuidade do sinal.

**A afirmativa II também está correta**, pois como apresentado anteriormente, os dados analógicos são convertidos para digitais de modo que o processador do CLP possa reconhecer as informações, já que este opera em linguagem de máquina (0 ou 1).

Em contrapartida, **a afirmativa III está incorreta**. **Os dados analógicos, tanto entrada quanto saída, são bem mais complexos devido às características do sinal**. A saída analógica é mais complexa do que a saída binária, já que ela apresenta um volume maior de informações quando comparada com a digital que só apresenta os valores 0 ou 1.

#### Gabarito: Letra B

Atualmente, o uso de CLPs em plantas industriais, além de ser comum, é essencial para proporcionar maior eficiência produtiva nos processos. Eles estão presentes desde processos simples, como por exemplo, o controle de nível em reservatórios de produtos químicos que devem sempre operar em parâmetros específicos, até processos mais complexos, como a produção de energia geotérmica (energia proveniente de vulcões). Independentemente do tipo ou grau de complexidade da planta industrial ou do processo que se deseja controlar **pode-se dividir os sistemas de controle em 03 (três) partes fundamentais**.

- **Sensores/Transdutores** - é um dispositivo que **converte uma condição física em um sinal elétrico**. É usado para comunicar informações de sensores a um Controlador Lógico Programável (CLP) por meio de suas entradas. Um exemplo típico é um botão de pressão momentânea, que gera um sinal elétrico para o CLP indicando se o botão está pressionado ou liberado. O CLP interpreta esse sinal para determinar a condição física do elemento sensor, permitindo que sejam tomadas ações apropriadas.
- **Atuadores** - são conectados às saídas do CLP (Controlador Lógico Programável) e são responsáveis por **converter o sinal elétrico enviado pelo CLP em uma condição física**. Normalmente, isso é feito através do acionamento de algum dispositivo, como relés, solenoides, motores, válvulas etc., ligando ou desligando esses elementos. Por exemplo, ao controlar o acionamento de um motor por meio de



um CLP, a saída do CLP será responsável por ligar ou desligar a bobina do contator que controla o motor. Além disso, os atuadores também são responsáveis por **monitorar o nível de tensão de saída para garantir o funcionamento correto e seguro do dispositivo**, além de **controlar a velocidade e torque** do motor.

- **Controladores** - usa um programa de controle para **calcular o estado das saídas com base nas entradas**. Os sinais elétricos das saídas são então convertidos em ações reais através dos atuadores. Os atuadores podem gerar movimentos, como a abertura ou fechamento de válvulas, ação de motores, bombas e outros dispositivos que utilizam energia elétrica ou pneumática. O operador pode interagir com o controlador ajustando os parâmetros de controle. Alguns controladores também possuem exibição que mostra o estado do processo em uma tela ou display.

Um sistema de controle genérico pode ser representado conforme apresentado na Figura 2 abaixo.

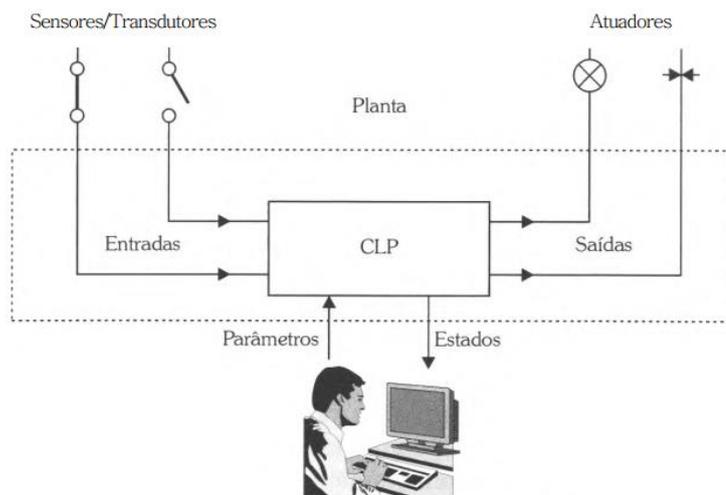


FIGURA 2. SISTEMA DE CONTROLE GENÉRICO UTILIZANDO UM CLP.

*FONTE: CONTROLADORES LÓGICOS PROGRAMÁVEIS - SISTEMAS DISCRETOS / CLAITON MORO.; FRANCHI, VALTER LUÍS ARLINDO DE CAMARGO. - 1. ED. - SÃO PAULO: ÉRICA, 2008.*

Ao analisar a Figura 2, verifica-se o funcionamento de um sistema de controle genérico. Os sensores e transdutores são responsáveis por medir as variáveis presentes na planta industrial. Esses dispositivos relacionam as variáveis medidas com um respectivo sinal elétrico que irá conter as informações da variável medida. O sinal então é processado pela CPU do CLP em função dos parâmetros contidos no algoritmo desenvolvido pelo responsável técnico da planta. Em seguida, um sinal elétrico de saída será transmitido a um atuador respectivo, ou seja, uma ação foi tomada em função do objetivo a ser



alcançado pela planta. Todas as tratativas dos dados estão definidas no algoritmo armazenado no CLP. Além de transmitir parâmetros, é possível monitorar o estado das variáveis por meio do software de comunicação do CLP ou outras unidades de monitoramento instaladas.

Vejam como o assunto já foi cobrado em prova:



(FCC - 2018 - SABESP - Técnico em Sistemas de Saneamento 01 - Automação) Os Controladores Lógicos Programáveis – CLPs são equipamentos largamente empregados em sistemas de automação industrial. Dentro deste contexto, assinale a alternativa que melhor expressa características de CLPs:

- A) Embora os CLPs sejam dispositivos microprocessados e programáveis, destinados a controlar, primordialmente, processos lógicos sequenciais em ambiente industrial, não são recomendáveis para operarem em tempo real.
- B) Como notável característica de um CLP, comumente empregado em automação, é a de possuir memória programável para armazenar instruções que implementem funções (lógica, temporização, contagem, etc), permitindo controlar, juntamente com módulos de entrada e saída, diversos tipos de máquinas ou processos.
- C) Como desvantagens dos CLPs, é que a maioria não possuem linguagens amigáveis para modificação lógica e apresentam dificuldades para transferências do programa do usuário.
- D) A grande maioria dos CLPs possuem entradas para leituras de grandezas analógicas, mas não possuem entradas para leituras de sinais on/off (sinais binários).
- E) São módulos analógicos de um CLP: saída para controle de velocidade de motor CC, saída binária a triac e relé.

#### Comentários:

A questão trata das características gerais de um CLP. Vamos analisar cada alternativa.

**A) ERRADA.** O erro da questão consiste em afirmar que os CLPs não são recomendados para operarem em tempo real. **Pelo contrário, uma das vantagens dos CLPs é a possibilidade de monitorar as variáveis do processo em tempo real**, sendo possível a identificação de falhas, ajustes de parâmetros, testes de comandos, entre outras possibilidades.

**B) CERTO.** A alternativa descreve corretamente as características do CLP.

**C) ERRADA.** As linguagens de programação dos CLPs são amigáveis, inclusive a linguagem **Ladder** (será apresentada adiante) foi **totalmente baseada na lógica de relés**, justamente para **aproveitar o conhecimento dos técnicos que eram habituados e já tinham experiências com os diagramas lógicos de relés**.

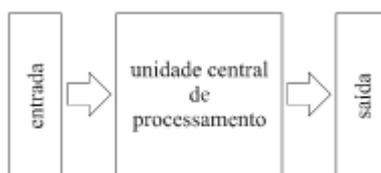


**D) ERRADA.** Atualmente, **a grande maioria dos CLPs possuem tanto entradas analógicas quanto digitais.** No entanto, a quantidade de entradas e saídas analógicas nos CLPs são em número reduzido ao se comparar com as entradas e saídas digitais em virtude da complexidade dos sinais. A alternativa erra ao afirmar justamente o contrário, que as entradas digitais não estão presentes na maioria dos CLPs.

**E) ERRADA.** São módulos analógicos de um CLP apenas as saídas para controle e velocidade dos motores e a saída triac. **As saídas binárias e também os relés de saída são digitais** o que torna a alternativa errada.

**Gabarito: Alternativa B.**

**(CEBRASPE - 2010 - TRE-BA - Técnico Judiciário - Telecomunicações e Eletricidade) Analise a figura abaixo.**



A figura ilustra a estrutura básica de um controlador lógico programável (CLP). A respeito dessa estrutura e do funcionamento de um CLP, julgue o item a seguir.

Os sinais de entrada e saída, como na estrutura mostrada, podem ser digitais, mas somente os de entrada podem ser analógicos.

- ( ) Certo  
( ) Errado

**Comentários:**

As **entradas podem ser analógicas** (por exemplo: sensor de luminosidade, sensor de temperatura, sensor de pressão, sensor de nível) **e digitais** (por exemplo: botões, sensor de proximidade, sensor de presença). E as **saídas podem ser analógicas** (por exemplo, motor com regulador de velocidade) **e digitais** (por exemplo: lâmpadas, motores, sirenes). Tanto as entradas quanto as saídas podem ser analógicas ou digitais.

**Gabarito: Errado.**



(CESGRANRIO - PETROBRAS - 2005) A célula básica de um sistema automatizado compõe-se de mecanismos de entradas, saídas e processadores. Os sistemas de entrada são considerados, por vezes, sensores e os de saídas, atuadores. Um encoder, um CLP (Controlador Lógico Programável) e um cilindro pneumático devem ser utilizados em um projeto de sistema automatizado, respectivamente, como:

- A) atuador, atuador e atuador.
- B) atuador, processador e sensor.
- C) sensor, atuador e sensor.
- D) sensor, sensor e atuador
- E) sensor, processador, atuador

#### Comentários:

A questão exige um conhecimento básico do candidato. São apresentados 03 (três) componentes de um sistema e solicita-se a identificação de cada um. Lembrando das **03 (três) divisões gerais de um sistema de controle temos: Sensor, controlador e atuador**. O **encoder** é um **sensor eletromecânico**, capaz de transformar a posição em sinal elétrico. O **CLP** (Controlador Lógico Programável) é o **elemento de controle** responsável por processar o sinal elétrico do encoder e enviar outro sinal elétrico, agora de saída, para o **cilindro pneumático (atuador)**.

**Gabarito: Letra E**



## Arquitetura de um CLP

O CLP é um dispositivo com finalidade industrial e diversas aplicabilidades, dentre elas, pode-se citar:

- Indústria têxtil;
- Laminação de aço;
- Indústria alimentícia;
- Sistemas elétrico-eletrônicos;
- Sistemas mecânicos;
- Indústria aeroespacial;
- Mineração;
- Indústrias petroquímicas.

Os CLPs apresentam algumas **características fundamentais**, que devem ser respeitadas, para que eles cumpram com seu propósito. As principais características são:

- **Programáveis** - Esta talvez seja a **característica mais importante de um CLP**, visto que o ganho em **eficiência e agilidade** para **alterar projetos, corrigir falhas** e até mesmo realizar **testes de verificação de custos computacionais**. Além disso, é uma das principais vantagens de um CLP em comparação ao sistema de relés.
- **Robustez** - Os CLPs são fabricados visando sua **operação em ambientes severos**, ou seja, ambientes que apresentam vibrações acentuadas, altas temperaturas, ruídos, sujeiras (poeira, óleo, resíduos em geral), umidade, entre outras características.
- **Interface homem-máquina amigável** - Atualmente, os CLPs foram aperfeiçoados de modo a facilitar sua programação, instalação e operação. As **plataformas de desenvolvimento estão cada vez mais intuitivas** que favorece o aprendizado de novos profissionais e também a reciclagem de profissionais *seniors*.
- **Facilidade no processo de manutenção** - OS CLPs, independentemente do fabricante, são **construídos a partir de módulos**, ou seja, são equipamentos modulares. Isso significa que se um determinado CLP apresentar problemas de funcionamento devido a falhas de *hardware*, não é necessário a investigação minuciosa da falha e substituição de micro componentes (fato que demanda tempo e alto nível de especialização da equipe de manutenção). Basta a substituição do



módulo em que o defeito se encontra. Os grandes fabricantes já preveem tal possibilidade em seus projetos e incluem tais informações com detalhes específicos nos manuais.

- **Facilidade de integração com outros sistemas** - Os CLPs são capazes **de interagir com sistemas industriais já existentes** e também **não apresentam dificuldades nos processos de expansão da planta industrial**. Isso acontece devido ao fato dos CLPs comportarem entradas e saídas para redes industriais, serem compatíveis com a maioria dos sistemas já existentes e também pela grande facilidade de expansão junto a evolução da planta sem a necessidade de grandes esforços e investimentos.
- **Expansíveis** - Os CLPs, independentemente da marca ou fabricante, **preveem em sua arquitetura a possibilidade de utilizar os cartões de expansão\***. Isso minimiza os custos e promove um considerável aumento da eficiência, já que em muitos casos não é necessário substituir o CLP ou até mesmo comprar outro.
- **Entradas digitais e analógicas** - Os CLPs **possuem entradas específicas e com alto nível de compatibilidade com os mais diversos sensores**. Diante disso, o usuário deve-se preocupar em apenas conhecer os dados que serão tratados pelo CLP (digital ou analógico) e realizar as conexões corretamente.
- **Saídas digitais e analógicas** - As mesmas características postas para as entradas se aplicam aqui. O usuário deve ter conhecimento do tipo de dado que será produzido pelo CLP e realizar a conexão com o respectivo atuador (analógico ou digital).



**\*Nota:** Os cartões de expansão são módulos de entradas (analógicas ou digitais) e saídas (analógicas ou digitais) que são acoplados ao CLP visando atender as demandas de expansão da planta industrial em questão. **Porém, muita atenção quanto a isso!** Os cartões de expansão não podem ser utilizados de forma indiscriminada, ou seja, os CLPs possuem limites à quantidade e ao tipo de cartão que será utilizado. Tal limitação se encontra na sua capacidade de processamento, ou seja, depende do processador de cada CLP. O número máximo de cartões de expansão deve respeitar o tempo de varredura do CLP.



A arquitetura de um CLP é bem próxima da **arquitetura de um computador** ou até mesmo de um **smartphone**. No entanto, possui suas particularidades, as quais devem ser compatíveis com suas características descritas anteriormente. Diante disso, pode-se estruturar em **nível macro**, o CLP da seguinte forma:

- (i) **Unidade Central de Processamento (CPU);**
- (ii) **Sistemas de interface de entrada e saída.**

A Figura 3 representa esta estrutura.

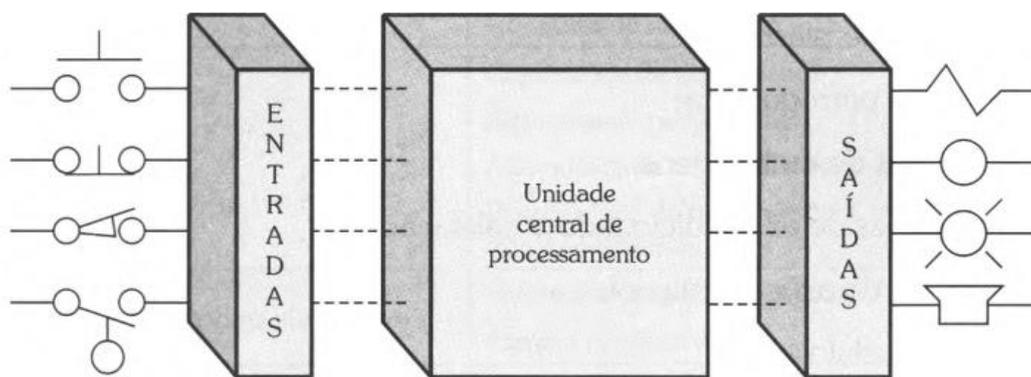


FIGURA 3 - ARQUITETURA EM NÍVEL MACRO DE UM CLP GENÉRICO.

FONTE: CONTROLADORES LÓGICOS PROGRAMÁVEIS - SISTEMAS DISCRETOS / CLAITON MORO.; FRANCHI, VALTER LUÍS ARLINDO DE CAMARGO. - 1. ED. - SÃO PAULO: ÉRICA, 2008.

As entradas e saídas podem ser analógicas ou digitais conforme apresentado em tópicos anteriores e será objeto de estudos específicos em tópicos futuros. A **unidade central de processamento (CPU) pode ainda ser dividida** da seguinte forma:

- (i) **Processador;**
- (ii) **Sistemas de memória;**
- (iii) **Fonte de energia ou fonte de alimentação.**

A **estrutura simplificada de um CLP** pode ser representada no diagrama apresentado na Figura 4, o qual ilustra as interações e o fluxo de operação dos componentes citados.



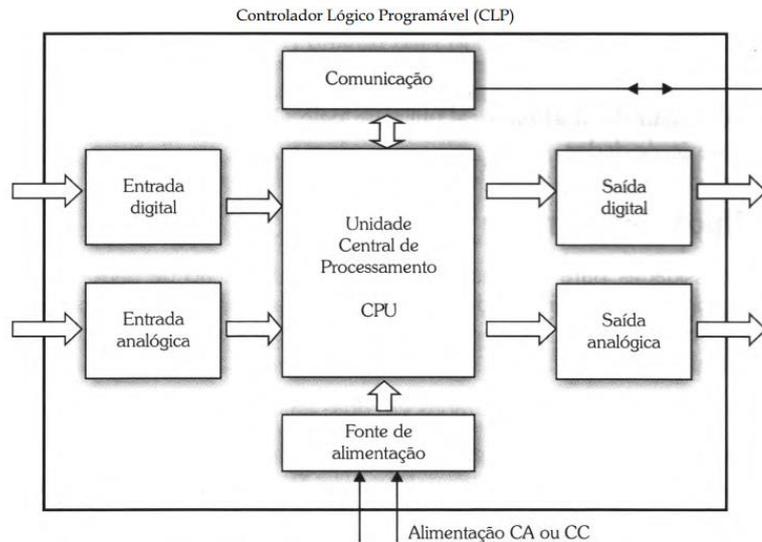


FIGURA 4 – DIAGRAMA DE FUNCIONAMENTO DE UM CLP GENÉRICO.

FONTE: CONTROLADORES LÓGICOS PROGRAMÁVEIS - SISTEMAS DISCRETOS / CLAITON MORO.; FRANCHI, VALTER LUÍS ARLINDO DE CAMARGO. - 1. ED. - SÃO PAULO: ÉRICA, 2008

Os CLPs precisam de uma **fonte de alimentação para fornecer energia à CPU e aos módulos de entrada e saída**. Esta fonte geralmente fornece diversos níveis de tensão, conforme exigido pelas operações internas do CLP. Em alguns casos, devido à expansão de módulos, pode ser necessário o uso de uma segunda fonte de alimentação. Cada fabricante especifica quando é necessária a segunda fonte. **Alguns modelos de CLPs exigem uma tensão de alimentação de 220 V, enquanto outros necessitam de uma tensão contínua de 24 V.**

A memória é dividida em duas partes principais: a **memória de programa** e a **memória de dados**. A memória de programa armazena os programas de aplicação desenvolvidos pelos usuários para desempenhar determinadas tarefas. A memória de dados é um local utilizado pelo CPU para armazenar dados temporariamente. Esta última parte da memória é expansível para que possam ser armazenados mais dados. As memórias ainda podem ser divididas em **memória volátil** e **memória não volátil**. Pode-se definir tais memórias da seguinte forma:

- **Memórias voláteis** - são um tipo de memória que **se perde quando a alimentação elétrica é removida**. Estas memórias são de **fácil alteração**, e por isso é recomendável para a maioria das aplicações que **utilize uma bateria para manter o seu conteúdo**, mesmo quando não há alimentação externa. Esta bateria é conhecida como "**bateria de backup**".



- **Memórias não-voláteis** - são dispositivos de armazenamento de dados que **mantêm seu conteúdo programado mesmo na ausência de energia**, não necessitando de baterias de backup. Estas memórias **podem ser reprogramáveis ou fixas**, dependendo do uso pretendido.



(FCC - 2019 - Prefeitura de São José do Rio Preto - SP - Engenheiro Eletricista) Os PLCs (Programmable Logic Controller) são dispositivos de estado sólido com vasta utilização em sistemas industriais. Apesar de existirem diversos fabricantes e PLCs com características específicas, algumas características são comuns a todos eles. Assinale a alternativa correta acerca da arquitetura básica de um PLC.

- A) Cartões de expansão, CPU, fonte de alimentação e interfaces de entrada, sendo as interfaces de saída componentes específicos de PLCs de grande porte.
- B) Interfaces de entrada e saída, cartões de expansão, CPU e fonte de alimentação, sendo a memória um componente específico de CLPs de médio ou grande porte.
- C) Interfaces de entrada e saída, CPU e memória somente.
- D) CPU, memória e fonte de alimentação somente.
- E) Interfaces de entrada e saída, CPU, fonte de alimentação e memória somente.

#### Comentários:

O PLC ou CLP apresentam os seguintes componentes em sua **arquitetura básica: Interfaces de entrada e saída; CPU; fonte de alimentação e memória**. **Os cartões de expansão não compõem a arquitetura básica de um CLP**, visto que eles são acessórios de expansão. Além disso, a questão considerou o conceito genérico de memória. Vale lembrar que **um CLP possui tanto a memória volátil** (armazenamento) e a **memória não-volátil** (dados de varredura).

**Gabarito: Letra E**



(CESPE/CEBRASPE - 2015 - FUB - Técnico em Eletroeletrônica) Em relação aos princípios de funcionamento e à estrutura interna de um CLP, julgue os itens que se segue.

Durante o ciclo de varredura executado pelo CLP, não são feitas transferências de dados para a memória.

( ) Certo

( ) Errado

A memória não-volátil é aquela usada pelo CLP durante o ciclo de varredura do programa.

( ) Certo

( ) Errado

Um CLP padrão possui dois tipos de memória: memória não volátil e memória volátil.

( ) Certo

( ) Errado

#### Comentários:

Todos os itens apresentam assertivas sobre a arquitetura de um CLP e **evidência o tema memória**. Sabemos que um **CLP** possui **dois tipos de memória**, a memória **não-volátil** sendo esta responsável pelo **armazenamento do programa** e tem como característica principal a capacidade de **armazenar dados mesmo sem que o CLP esteja energizado**. Ao mesmo tempo, existe a **memória volátil**, sendo esta responsável por **armazenar o programa durante o ciclo de varredura do CLP** e é **esvaziada sempre que o CLP passa a ficar desenergizado**.

**Gabarito: Errado/Errado/Certo**



## Modos de operação de um CLP

O CLP, de um modo geral, apresenta 02 (dois) modos de operação: **programação** e **execução**. Vale salientar, que no **modo de execução** o **CLP pode assumir o modo falha**.



A grande maioria dos autores considera o modo falha como uma espécie do gênero modo execução. Apenas uma corrente minoritária adota o modo falha como um terceiro modo de operação. Iremos adotar a corrente majoritária, afinal, é também a linha de pensamento adotada pelas bancas de concurso.

- **Modo de Programação** - No modo de programação o CLP **não executa nenhum programa**, isto é, fica aguardando para ser configurado, receber novos programas ou até receber modificações de programas já instalados. Esse tipo de programação é chamado de **off-line** (fora de operação). A **transferência de programas do computador para um Controlador Lógico Programável (CLP)** é chamada de **download**. É comum que os iniciantes na área confundam os termos **upload** e **download**. Isso acontece devido à familiarização com a internet. O download é entendido como sendo transferência de um programa de um servidor de arquivos para o computador, o que está correto. Porém, quando lidamos com o CLP, o termo download se refere ao próprio CLP que fará o download do programa. Logo, o servidor de arquivos nesse caso é o microcomputador. Já o upload é definido como o fato de subir um programa armazenado no Controlador Lógico Programável (CLP) para o computador.
- **Modo de Execução** - o CLP começa a **processar as instruções programadas pelo usuário**. Os controles lógicos programáveis de maior porte permitem a edição de programas mesmo durante a execução, conhecida como **programação on-line**. Ele opera a partir de um sistema microprocessado que contém um programa de software projetado para realizar ciclos de leitura regulares. **Cada ciclo consiste em três etapas: leitura, decodificação e execução**. As etapas e o



funcionamento estão representados na Figura 5. Além disso, pode-se descrevê-las da seguinte forma:

1. Os dispositivos de entrada são usados para ler os dados;
2. O programa de controle é executado a partir da memória;
3. Os dispositivos de saída são atualizados ou usados para exibir os dados através da interface de saída;

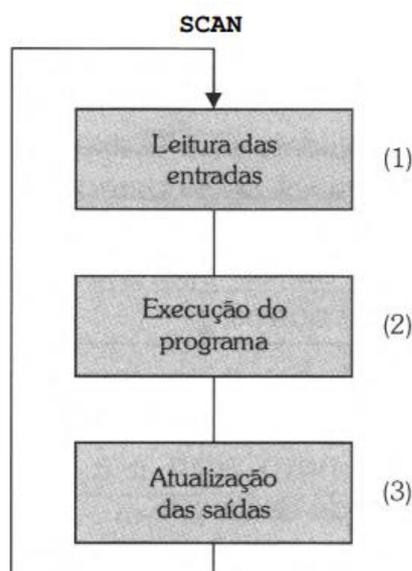


FIGURA 5 – CICLO DE UM SCAN DO CLP.

FONTE: CONTROLADORES LÓGICOS PROGRAMÁVEIS - SISTEMAS DISCRETOS / CLAITON MORO.; FRANCHI, VALTER LUÍS ARLINDO DE CAMARGO. - 1. ED. - SÃO PAULO: ÉRICA, 2008

Ao energizar o controlador lógico programável (CLP) e colocá-lo no **modo de execução**, uma **rotina de inicialização é executada** para realizar tarefas como:

- (i) **limpar a memória de operações não retentivas;**
- (ii) **testar a memória RAM;**
- (iii) **verificar a execução do programa.**

Em seguida, a unidade central de processamento (CPU) começa a ler as instruções em laço fechado (loop) com o **primeiro passo sendo a leitura dos pontos de entrada do programa**. Durante o processamento de leitura, a CPU **acessa o sistema de E/S**, identificando os estados atuais dos dispositivos conectados. Os



estados são armazenados na memória na forma de **bits binários**, ou seja, "**1**" para entrada energizada e "**0**" para entrada desenergizada. Esta informação é armazenada na **Tabela Imagem das Entradas (TIE)**. Ao executar a lógica programada, a Tabela Imagem de Entradas (TIE) é usada para detectar o estado dos dispositivos. **Os resultados das lógicas programadas que afetam as saídas são armazenados em uma memória designada como Tabela Imagem das Saídas (TIS)**. Quando as lógicas possuem **saídas internas**, elas são armazenadas na área correta da TIE. Quando a lógica programada é colocada em execução e é necessário acessar uma saída, a tabela é verificada nesse mesmo ciclo de varredura. Não há nenhuma referência a dados vindos de fora da memória, isso significa que a CPU atua somente com informações armazenadas. Durante a **etapa de atualização de saídas**, a CPU procura a tabela TIS para **verificar quais saídas externas precisam ser alteradas**. Por meio do endereçamento do sistema de E/S, ela então atualiza o estado destes dispositivos. Além disso, a CPU também faz a atualização de dados relacionados a operações aritméticas, contadores, temporizadores, etc. **Após a atualização da tabela imagem, os valores das saídas são enviados aos cartões de saída e a varredura é concluída**. Uma nova rotina de varredura se inicia e o controlador permanece em modo de execução, enquanto a operação é continuada.

Um circuito chamado **Watch Dog Timer (WDT)** é responsável pela **verificação de erros**, acompanhando o **tempo de processamento**. Se este limite for ultrapassado, o programa executado pela CPU é interrompido, conduzindo a um **estado de falha (fault)**.

O tempo necessário para a realização de uma única passagem ao longo de um conjunto de instruções é chamado de **tempo de varredura (scan time)**. Essa quantidade de tempo pode variar de acordo com o controlador em questão, dependendo de diversos fatores como o tamanho da palavra, o clock, a arquitetura do processador, etc.



(CS-UFG - 2017 - UFG - Engenheiro - Área Mecânica) O controlador lógico programável (CLP) é um equipamento fundamental no processo de automação industrial. O CLP típico é composto de fonte de alimentação, unidade de processamento central (CPU), seção do programa e seções de entradas e de saídas. Assim, no CLP,



A) o CPU possui cinco modos de operação: (1) programação (program), (2) execução (run), (3) parada (stop), (4) término (end) e (5) reinício (reset).

B) a seção de saídas apresenta circuitos de potência com capacidade para acionar atuadores monofásicos e motores trifásicos.

C) a seção de entradas possibilita a ligação de sensores analógicos ou digitais e comandos de outros dispositivos.

D) o RS232, profibus, STL e Ladder são exemplos de linguagens de programação.

### Comentários:

A questão pede a assertiva correta relativa às características de funcionamento, operação e arquitetura dos CLPs. Vamos analisar cada uma.

**A) ERRADA.** O CLP não apresenta 05 (cinco) modos de operação como afirma a questão. Ele **possui apenas dois: modo de programação e modo de execução**. A parada, o término e o reinício não são considerados modo de operação, mas sim espécies do modo execução. Ou seja, durante o modo de execução (gênero) pode-se realizar operações de parada (pelo próprio usuário) ou pela própria consequência da varredura do programa (scan). O mesmo se aplica para o término e reinício.

**B) ERRADA.** O CLP **não possui circuitos de potências integrados**, daí o erro da questão. As suas saídas analógicas fornecem sinais capazes de controlar atuadores monofásicos como válvulas, sirenes, lâmpadas e até mesmo motores monofásicos. No entanto, **os motores trifásicos que exigem circuitos de potência para condicionar o sinal não podem ser controlados diretamente pelo CLP, pois exigem circuitos auxiliares**. Vale lembrar que o CLP emite sinais de saída, em geral, de 0 a 24 V.

**C) CORRETA.** Exatamente isso. A questão descreve muito bem o comportamento e as possibilidades de entradas que o CLP recebe.

**D) ERRADA.** A questão comete erros grotescos ao afirmar que o RS 232 e o Profibus são exemplos linguagens de programação. No entanto, a questão nos permite elucidar e comentar alguns conceitos. **O RS 232 é um tipo de cabo de comunicação** utilizado em redes industriais. Ele geralmente é utilizado em redes de pequeno porte e em sistemas situados em ambientes que não apresentam riscos de combustão via arco voltaico. O cabo RS 485 foi desenvolvido para resolver tais problemas. Além disso, o RS 232 não é imune a ruídos, enquanto o RS 485 é. Isso se justifica pela transmissão dual do sinal, ou seja, o sinal é transmitido com seu par simétrico negativo. Ao final da transmissão é feita a subtração entre os pares, possibilitando a eliminação do ruído. Reforçando que esta é uma característica do cabo RS 485, visto que o RS 232 não possui esta tecnologia. Outro termo citado foi o Profibus. **O Profibus é um tipo de rede industrial e não uma linguagem de programação**. Este tipo de rede foi o pioneiro nas industriais, e sua utilização ainda é vasta nos dias de hoje. O termo **STL representa uma linguagem de programação, porém não é uma linguagem presente nas plataformas de programação dos CLPs**. Esta linguagem é utilizada em modelagem gráfica de objetos e em impressoras 3D. Já a **linguagem Ladder é sim utilizada na programação de CLPs, inclusive uma das primeiras a ser desenvolvidas e sem dúvida a mais utilizada**. Maiores detalhes sobre a linguagem Ladder serão apresentados adiante.



Gabarito: Letra C

## Sensores e atuadores

Neste tópico serão apresentados os principais sensores e atuadores presentes na maioria das plantas industriais e também os que possuem maior incidência em questões de concursos. Junto a isso, será apresentada a simbologia universal de cada um deles. Porém, antes de apresentá-los a vocês, são necessárias algumas considerações.



**Nota:** *Os CLPs possuem algumas linguagens de programação já consolidadas. Estas serão apresentadas em tópicos posteriores. No entanto, vale dizer que essas linguagens (principalmente a linguagem Ladder) foram desenvolvidas de modo a aproveitar a lógica presente na maioria das plantas industriais, dentre elas a lógica de relés e diagrama de blocos. Os símbolos utilizados nos diagramas multifilares e unifilares possuem seu correspondente lógico em cada linguagem de programação nos CLPs. Portanto, sugiro fortemente que se atentem não somente a sintaxe e a simbologia, mas principalmente para o modo de funcionamento, visto que este será o mesmo para cada sensor e atuador independentemente da linguagem correspondente utilizada para programar o CLP.*

As **chaves**, ou **contatos**, são um **gênero de sensores** que **engloba algumas espécies**. As **chaves** são amplamente utilizadas para duas finalidades distintas. Primeiramente, são **empregadas como uma ferramenta de entrada para o operador**, permitindo-lhe enviar instruções ao circuito de controle. Além disso, são **instaladas em componentes móveis** de uma máquina, **fornecendo ao sistema de controle um retorno automatizado**. Uma chave deve apresentar as seguintes características:

- **Baixo custo;**
- **Alto nível de confiabilidade;**
- **Alta velocidade de comutação (alteração de estado);**



- Pequenas perdas no processo de comutação.

A seguir, serão apresentadas as principais chaves.

**1) Botoeiras** - A botoeira é o dispositivo mais comumente usado na indústria. Possui duas variações: a botoeira de **impulso** e a **de trava**. A **primeira é acionada quando o botão é pressionado e desativada quando liberado**, devido a uma mola interna. **A segunda é ligada quando pressionada e mantém-se ativada quando solta**. Para desativá-la, é necessário pressioná-la novamente. Internamente, **as chaves possuem dois tipos de contatos: o normalmente aberto e o normalmente fechado**.

- **Contato normalmente aberto (NA)** - **inicia na posição aberta**, a menos que uma força externa seja aplicada para fechá-lo. Contatos com elevada capacidade de corrente de comutação são referidos como contatos de carga, força ou principais. Estes são projetados para aplicações em circuitos de motores ou de carga, onde a corrente elétrica é intensa. Para comandos, são necessários contatos auxiliares, que são capazes de suportar correntes baixas, e não podem ser usadas em circuitos de carga.
- **Contato normalmente fechado (NF)** - a **posição inicial é fechada**, necessitando de um impulso externo para ser aberta.

A Figura 6 ilustra o símbolo e possibilidades de configuração para as botoeiras.

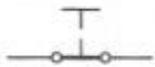
Chave de impulso	Desacionado	Acionado
NA		
NF		

FIGURA 6 – CONTATOS NA E NF SEM RETENÇÃO.

FONTE: CONTROLADORES LÓGICOS PROGRAMÁVEIS - SISTEMAS DISCRETOS / CLAITON MORO.; FRANCHI, VALTER LUÍS ARLINDO DE CAMARGO. - 1. ED. - SÃO PAULO: ÉRICA, 2008

- **Chaves com retenção ou trava** - As chaves de retenção (**toggle**) são as mais simples de serem utilizadas. Elas possuem uma **haste ou alavanca** que se move em um curto arco, fazendo com que os contatos de um circuito se abram ou fechem em um espaço de tempo muito curto. O



fechamento ou abertura rápida impede a criação de um arco voltaico. O ato de **ligar ou desligar a chave é retentivo**, ou seja, é necessário um movimento mecânico para que os contatos fiquem na posição desejada. Para **retornar ao estado anterior**, é preciso **realizar um novo acionamento**. A Figura 7 representa esses dispositivos.



FIGURA 7 – CONTATOS NA E NF COM RETENÇÃO.

FORTE: CONTROLADORES LÓGICOS PROGRAMÁVEIS - SISTEMAS DISCRETOS / CLAITON MORO.; FRANCHI, VALTER LUÍS ARLINDO DE CAMARGO. - 1. ED. - SÃO PAULO: ÉRICA, 2008

- **Chaves de contatos múltiplos com ou sem retenção** - possuem **vários contatos NA e NF em uma mesma simbologia**, conforme pode ser observado na Figura 8. Vale salientar que a representação da Figura 8 é apenas um exemplo de chaves de contatos múltiplas, de modo que outras configurações podem ser adotadas.



FIGURA 8 – CONTATOS (2NA + 2NF) E (1NA TRAVA + 1NA + 1NF).

FORTE: CONTROLADORES LÓGICOS PROGRAMÁVEIS - SISTEMAS DISCRETOS / CLAITON MORO.; FRANCHI, VALTER LUÍS ARLINDO DE CAMARGO. - 1. ED. - SÃO PAULO: ÉRICA, 2008

A chave botoeira é muito usada em controles motorizados, permitindo que se parta, pare, inverta e acelera a rotação. É bastante comum nos sistemas de campainha e de segurança de motores e vêm com muitas opções de cores, identificações, formatos, tamanhos e especificações elétricas.

**2) Relés** - O relé é um **dispositivo de comutação controlado por uma bobina**. Pode ser visto como um tipo de chave porque liga e desliga um circuito elétrico, permitindo ou impedindo a passagem da corrente elétrica com base no estado de contato. Ao contrário das chaves tradicionais, **não é necessário que haja ação manual para o seu funcionamento**. O relé é usado para ampliar a quantidade de contatos em determinado dispositivo ou para criar mais funções de liga/desliga. Para isso, a bobina requer uma corrente



de 0,005 A a 24 Volts, podendo controlar desde poucos watts até milhares deles. Eles são capazes de controlar o fluxo de corrente elétrica por meio dos seus contatos, que podem ser abertos ou fechados. Quando abertos, apresentam uma alta resistência; quando fechados, oferecem baixíssima resistência. Em geral, contém vários contatos, cada um deles isolado eletricamente dos demais. A sequência de operação é pré-estabelecida. A bobina de atuação, por sua vez, é isolada do circuito controlado, sendo movida por energia elétrica possuindo características distintas daquele.

**3) Sensores de proximidade** - Diferentes tipos de sensores de proximidade são usados para **detectar a presença de objetivos ao se aproximar da face do sensor**. Eles podem ser **digitais ou analógicos**, sendo os **mais comuns os sensores indutivos, capacitivos, ultrasônicos e ópticos**. Para selecionar o mais adequado e aplicar corretamente, é importante compreender como cada um opera e para qual finalidade é indicado.

**3.1) Sensores de proximidade indutivos** - atuam de modo a gerar um **campo magnético que oscila em alta frequência**. **Se um objeto metálico estiver próximo deste campo, a energia é transferida dele para o objeto, resultando em corrente contínua**. Devido à **robustez** dos metais usados na fabricação das peças das máquinas, os sensores indutivos se tornam soluções atraentes e versáteis para um grande número de aplicações. Eles são de **custo acessível**, podem ser **conectados diretamente ao Controlador Lógico Programável** sem a necessidade de componentes externos e são **extremamente confiáveis**, operando em uma ampla gama de tensões. Os sensores indutivos possuem diversas vantagens em relação a outras tecnologias de sensores de proximidade, como a **resistência a poeira e a ambientes sujos, não serem afetados por níveis de umidade, não conterem partes móveis ou contatos mecânicos e não depender da cor do objeto alvo**. Porém, esses sensores também possuem **algumas desvantagens**, como **a capacidade de detectar apenas objetos metálicos**, a **distância do sensor ser menor que a de outras tecnologias** de sensores de proximidade e a **possibilidade de serem afetados por fortes campos eletromagnéticos**.

**3.2) Sensores de proximidade capacitivos** - atuam medindo a **mudança de potencial elétrico entre dois pontos de um objeto quando uma carga elétrica é aplicada**. Essa variação no campo elétrico é captada pelo sensor, permitindo que seja monitorada. Eles oferecem a **capacidade de detectar metais e outros materiais, incluindo líquidos e sólidos**. Apesar da **limitação da distância sensora**, que pode variar entre uma polegada ou menos, dependendo do material a ser detectado, esses dispositivos são **eficientes e duráveis**. Além disso, eles podem detectar objetos através de materiais com densidade menor. No entanto, eles são **muito sensíveis a fatores ambientais**, como umidade, e isso pode afetar a distância sensora.

**3.3) Sensores de proximidade ópticos** - A operação básica dos sensores de luz se fundamenta na **presença de dois circuitos eletrônicos**. O primeiro é o **emissor, que utiliza um LED para emitir um feixe de luz em pulsos**, evitando assim a confusão com a luz ambiente. O segundo circuito é o **receptor, que conta**



com um fototransistor sensível à luz e um circuito que **identifica exclusivamente a luz emitida pelo emissor**. As vantagens dos sensores de reflexão de luz são a **capacidade de detectar objetos pequenos em longas distâncias**, bem como a capacidade de **detectar objetos opacos** ou de **pouca transparência**. Além disso, esses sensores são relativamente resistentes a poeira, óleo e lama, oferecendo **confiabilidade** e necessitando de **pouca manutenção**. No entanto, esses sensores também possuem **algumas desvantagens**, tais como o **preço mais elevado** devido à necessidade de um emissor e um receptor separado, além de duas conexões elétricas separadas. Além disso, é necessário um **alinhamento preciso do feixe de luz entre o emissor e receptor**, e os sensores **não detectam objetos completamente transparentes**.



(NC-UFPR - 2019 - ITAIPU BINACIONAL - Profissional de Nível Universitário Jr - Engenharia Eletrônica)

O Controlador Lógico Programável (CLP) é uma espécie de computador projetado para o ambiente industrial (chão de fábrica), tendo seu desenvolvimento ocorrido pela demanda existente na indústria automobilística nos Estados Unidos, na década de 1970, especificamente na GM. A respeito do assunto, considere as seguintes afirmativas:

1. Os sensores analógicos fornecem um sinal analógico de saída e geralmente são conectados a entradas analógicas do CLP. Os sensores indutivos são um tipo de sensor analógico que atuam baseados no princípio da variação da indutância de uma bobina.
2. Para a detecção de curtas distâncias, são utilizados os sensores de proximidade ópticos, enquanto que para longas distâncias utilizam-se os sensores indutivos ou capacitivos. Os sensores de proximidades ópticos podem detectar uma ampla diversidade de materiais, como metálicos ou porosos.
3. A Norma IEC 61131-3 trata das linguagens de programação para CLP.
4. A linguagem de Lista de Instruções (LI) assemelha-se ao assembly, pela definição de mnemônicos que representam operações lógicas booleanas e comandos de transferência de dados.

Assinale a alternativa correta.

- A) Somente a afirmativa 3 é verdadeira.
- B) Somente as afirmativas 1 e 2 são verdadeiras.



- C) Somente as afirmativas 2 e 4 são verdadeiras.
- D) Somente as afirmativas 1, 3 e 4 são verdadeiras.
- E) As afirmativas 1, 2, 3 e 4 são verdadeiras.

**Comentários:** Vamos analisar cada uma das alternativas.

**I - CORRETA:** A redação da assertiva descreve exatamente o funcionamento e ligações dos sensores analógicos. Além disso, explica de forma correta o funcionamento dos sensores indutivos.

**II - ERRADA:** O item inverte os conceitos. Os **sensores ópticos são mais comumente utilizados em longas distâncias**, enquanto que os **sensores capacitivos e indutivos são utilizados para distâncias menores** em geral. Além disso, o **principal erro da assertiva foi ao afirmar que os sensores ópticos são utilizados para detectar materiais metálicos**. A **deteção de materiais metálicos** é comumente realizada por meio de **sensores indutivos** (campo magnético) e **capacitivos** (diferença de potencial).

**III - CORRETA:** O assunto linguagem de programação será abordado em tópicos posteriores. Porém, a assertiva adianta uma informação importante a respeito da norma que regulamenta estes aspectos, a IEC 61131-3.

**IV - CORRETA:** Aqui se aplica o dito do comentário referente a assertiva III, pois tal assunto será abordado adiante.

No entanto, note meu caro aluno, que seria possível resolver a questão apenas com os conceitos apresentados até o momento. Ao concluir que o item I é verdadeiro e que o item II é falso eliminamos todas as demais alternativas, restando somente a letra D que é o nosso gabarito.

**Gabarito: Letra D**

**(CESPE/CEBRASPE - 2018) Acerca dos conceitos relacionados à sensores e atuadores julgue os itens a seguir.**

**Uma botoeira do tipo (Open Normal) NO sem trava, depois de pressionada por um intervalo de 0,5 s, manterá um motor ligado sem a necessidade de arranjos no software do CLP.**

- ( ) Certo
- ( ) Errado

**Comentários:**

A questão trata dos conceitos fundamentais sobre os tipos de botoeira. Vale lembrar que uma **botoeira sem trava** do tipo Normalmente Aberta (**NA**) somente **permitirá a passagem de corrente elétrica enquanto pressionada** (sem considerar artifícios de programação). Na situação apresentada, **a banca considera que a botoeira se manteve pressionada por 0,5 s, ou seja, como ela não possui trava, o motor não permanecerá ligado**. Para o motor continuar funcionando seria necessário a substituição por uma botoeira com trava ou realizar arranjos no código para garantir a passagem de corrente elétrica.

**Gabarito: Errado**



# CONCEITOS BÁSICOS DE LINGUAGEM DE PROGRAMAÇÃO PARA CLP

Com o objetivo de suprir às necessidades dos usuários da indústria, a **norma IEC 61131-3** foi desenvolvida para proporcionar homogeneidade nas metodologias de programação de controladores industriais (CLPs), oferecendo um conjunto de sintaxes e semânticas padronizadas para cinco linguagens de programação. Sendo elas:

- **Diagrama de Blocos de Funções**
- **Linguagem Ladder**
- **Sequenciamento Gráfico de Funções**
- **Lista de Instruções**
- **Texto Estruturado**

Uma classificação inicial consiste em diferenciar dentre as 05 (cinco) linguagens apresentadas àquelas que podem ser classificadas como **gráficas**: **Linguagem Ladder**; **Diagrama de Bloco de Funções**; **Sequenciamento Gráfico de Funções**. E àquelas classificadas como **textuais**: **Lista de Instruções** e **Texto Estruturado**.

A seguir, serão apresentadas as características principais de cada linguagem de programação apresentada. No entanto, vale salientar, que a linguagem Ladder é a mais comumente utilizada na programação de CLPs em plantas industriais e também a que apresenta maior incidência em concursos públicos.

Antes disso, vejamos como isso já foi cobrado em prova.



(CESPE/CEBRASPE - 2019 - Adaptada) Os CLPs são dispositivos amplamente utilizados em diversas plantas industriais. Em relação às linguagens de programação de um CLP, julgue os itens a seguir.

A linguagem de programação denominada texto estruturado é classificada tanto como uma linguagem escrita, quanto gráfica, visto que em sua sintaxe e estruturação de código são previstos mecanismos textuais e gráficos.

- ( ) Certo  
( ) Errado

#### Comentários:

**Atenção!** A banca buscou confundir o candidato. A **linguagem texto estruturado** é classificado como sendo uma **linguagem textual**. Diante disso, vale lembrar a classificação. As linguagens são classificadas como gráficas: Linguagem Ladder; Diagrama de Bloco de Funções; Sequenciamento Gráfico de Funções. E também como textuais: Lista de Instruções e Texto Estruturado.

**Gabarito: Errado**

## LINGUAGEM LADDER

A Linguagem Ladder (LD) é uma **representação gráfica** da **lógica de relés e contatos elétricos**, oferecendo um meio intuitivo para a realização de circuitos de comandos e acionamentos. Devido à sua longa história de utilização, é uma das linguagens **mais difundidas** e encontradas em quase todos os Controladores Lógicos Programáveis (**CLPs**) existentes na atualidade.

Os símbolos de contatos e bobinas são frequentemente utilizados na linguagem de programação ladder, em que a **lógica de controle é descrita em forma de linhas horizontais e verticais**. Os símbolos de contatos programados nessas linhas fornecem as condições que serão avaliadas de acordo com a lógica estipulada. O resultado desta avaliação determina o **estado de uma saída**, que normalmente é representado pelo **símbolo de uma bobina**. Esta bobina pode ser usada para acionar um dispositivo externo, como um relé ou um motor, que é controlado pelo sinal gerado pela lógica programada.

A Linguagem Ladder será mais bem detalhada em tópicos e exercícios comentados a diante.



## LISTA DE INSTRUÇÕES

Baseada na **linguagem de máquina** (*Assembly*) e com característica **estritamente sequencial**, a linguagem de programação Lista de Instruções é caracterizada por **instruções compostas por um operador** e, dependendo do tipo de operação, **podem incluir um ou mais operandos, separados por vírgulas**. Esta linguagem é considerada ideal para aplicações em Controladores Lógicos Programáveis (CLPs) de **pequeno porte**, ou mesmo para o controle de processos mais simples.

## TEXTO ESTRUTURADO

Linguagem de programação textual de alto nível, inspirada na **linguagem Pascal**, a IEC 61131-3 possui todos os **elementos essenciais** para as linguagens de programação modernas, como **instruções condicionais (IF-THEN-ELSE e CASE OF)** e **instruções de iteração (FOR, WHILE e REPEAT)**. Esta linguagem se caracteriza por incentivar o desenvolvimento de programação estruturada, oferecendo a possibilidade de **criar blocos funcionais complexos**, que podem ser **reutilizados em outras linguagens IEC 61131-3**.

## DIAGRAMA DE BLOCO DE FUNÇÕES

A Linguagem de Programação Gráfica (LPG) é muito popular na Europa, sendo caracterizada por seus **elementos expressos por blocos interconectados**, semelhantes aos usados na eletrônica digital. Esta linguagem possibilita um **desenvolvimento hierárquico e modular do software**, permitindo que **blocos de funções complexas sejam construídos a partir de outros menores e mais simples**. Normalmente, esses blocos são criados usando uma linguagem de texto estruturado, tornando possível a compreensão e a memorização do algoritmo.

Por seu uso **poderoso e versátil**, a tecnologia de elementos de controle distribuídos tem recebido uma atenção especial por parte dos fabricantes. O seu emprego é indicado **para processos químicos em geral** e também para processamento **descentralizado ou distribuído**. Reconhecendo a importância deste tipo de tecnologia, foi criada a norma IEC 61499 com o intuito de **incluir instruções mais eficazes e tornar mais clara a programação dos elementos de controle distribuídos, além de integrar e utilizar algumas linguagens de alto nível**.



## SEQUENCIAMENTO GRÁFICO DE FUNÇÕES

O Sequenciamento Gráfico de Funções é uma **notação gráfica de descrição de ações**, que propicia a **modelagem de processos controlados sequenciais, paralelos e alternativos**. É diretamente derivado do **Grafset**, possibilitando a estruturação de um programa em diversas etapas separadas por transições. Cada etapa se relaciona a um conjunto de ações específicas e cada transição possui uma receptividade, a qual precisa ser validada para que a etapa seguinte seja iniciada. O seu uso em processos sequenciais vem ganhando notoriedade nos últimos anos fazendo com que os fabricantes de CLPs desenvolvam mecanismos cada vez mais compatíveis e de uso facilitado para esta linguagem.

## APLICAÇÃO DAS LINGUAGENS DE PROGRAMAÇÃO DOS CLPS

A escolha da linguagem a ser usada em um controlador lógico programável (CLP) é um aspecto vital para o funcionamento adequado do sistema de controle. O tipo de linguagem a ser utilizado depende de análises que levam em consideração aspectos como:

- **a disponibilidade desse recurso no próprio CLP;**
- **o nível de conhecimento do programador;**
- **a solução a ser implementada;**
- **o nível de detalhe na descrição do problema;**
- **a estrutura do sistema de controle.**

A Figura 9 ilustra o mesmo código implementado nas linguagens Ladder, Texto Estruturado, Lista de Instruções e Diagrama de Blocos Funcionais.



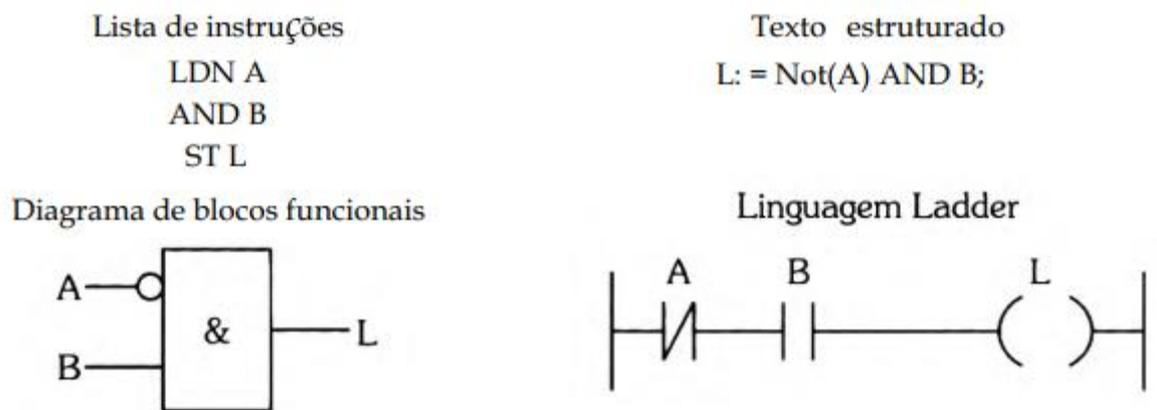


FIGURA 9 – IMPLEMENTAÇÃO DA EQUAÇÃO LÓGICA  $L = (\sim A) \text{ AND } (B)$ .

FONTE: CONTROLADORES LÓGICOS PROGRAMÁVEIS - SISTEMAS DISCRETOS / CLAITON MORO.; FRANCHI, VALTER LUÍS ARLINDO DE CAMARGO. - 1. ED. - SÃO PAULO: ÉRICA, 2008



(FUNDEP (Gestão de Concursos) - 2018 - INB - Engenheiro de Automação e Controle) Desde seu surgimento, a linguagem de programação Ladder se configurou com uma das linguagens de programação para controladores lógicos programáveis mais utilizadas na indústria. Em relação a essa linguagem, assinale a alternativa CORRETA.

- A) É uma linguagem textual que utiliza códigos específicos para operações booleanas.
- B) É uma linguagem textual que utiliza símbolos específicos que funcionam de forma semelhante a um circuito elétrico.
- C) É uma linguagem gráfica que utiliza códigos textuais específicos para operações booleanas.
- D) É uma linguagem gráfica que utiliza símbolos específicos que funcionam de forma semelhante a um circuito lógico.

#### Comentários:

A questão exigiu o conhecimento dos aspectos básicos sobre a Linguagem Ladder. Vamos analisar cada alternativa.

**A) ERRADA.** Ladder não é uma linguagem textual. A Linguagem **Ladder é uma linguagem gráfica**. Além disso, as operações booleanas em Ladder são realizadas em função da disposição lógica dos símbolos no programa.

**B) ERRADA.** O erro da questão é novamente afirmar que a Linguagem Ladder é textual. Ela é uma linguagem gráfica.



**C) ERRADA.** O erro da questão está somente na afirmação final: "utiliza códigos textuais específicos para operações booleanas". A Linguagem Ladder **não utiliza código textuais**, já que a sintaxe do código em Ladder é gráfica. Existe a possibilidade de inserir textos no código em Ladder, no entanto, apenas como comentários do programa.

**D) CORRETA.** Este é o nosso gabarito. A alternativa descreve corretamente a Linguagem Ladder quanto aos seus aspectos sintáticos e estruturais.

**Gabarito: Letra D**

## Linguagem Ladder

A Linguagem Ladder foi a pioneira no uso para a programação dos Controladores Lógicos Programáveis (CLPs). Para garantir a aceitação inicial e o sucesso no mercado, os desenvolvedores optaram por não exigir uma mudança muito significativa de paradigma. Considerando que, na época, os técnicos e engenheiros eletricitas eram os responsáveis pela manutenção no chão de fábrica, foi decidido que a linguagem Ladder deveria ser algo **intuitivo e familiar para** esses **profissionais**. Diante disso, ela foi **desenvolvida utilizando bobinas e contatos visando manter a mesma sintaxe da lógica de relés**.

Uma profunda compreensão do método de programação em linguagem Ladder, que inclui blocos funcionais, é extremamente benéfica, mesmo quando se utiliza uma linguagem de programação de Controladores Lógicos Programáveis (CLPs) como a IEC 61131-3, pois os diagramas Ladder são de fácil manuseio e implementação, além de serem uma linguagem de programação poderosa.

Conforme apresentado em tópicos anteriores, a escolha da linguagem de programação a ser utilizada em uma solução industrial depende de fatores determinados. Além dos fatores gerais apresentados, é importante considerar quais as vantagens e desvantagens de cada linguagem de programação específica. Assim, em relação à Linguagem Ladder, vale destacar suas **vantagens e desvantagens**.



## ○ VANTAGENS

A utilização da lógica a relés possibilita uma **rápida adaptação do pessoal técnico**, pois se **assemelha aos diagramas elétricos convencionais**. Além disso, o raciocínio lógico possibilita a elaboração de comandos com relés de maneira relativamente simples. O programa de aplicação, por sua vez, torna possível a recomposição do diagrama original de modo ágil. A visualização dos estados das variáveis no diagrama Ladder também **facilita a depuração e manutenção do software**. A documentação gerada é clara e fácil de utilizar, pois os símbolos são padronizados e aceitos mundialmente pelos fabricantes e usuários. Por fim, a lógica a relés é a técnica de programação mais difundida e aceita industrialmente.

## ○ DESVANTAGENS

A utilização de Linguagem de Controle de Relés (**Relay Control Language - RCL**) em **programas extensos ou com lógicas mais complexas** é bastante problemática devido à **baixa produtividade e ao alto nível de familiaridade requerido dos programadores**. Dificuldades com a operação de relés podem ser esperadas de programadores não familiarizados com RCL, resultando na edição de programas mais lenta.

A compreensão da sintaxe, estruturação e elaboração do algoritmo em Ladder é **melhor compreendida por meio de um paralelo com a Lógica de Contatos** (método utilizado para descrever o funcionamento dos painéis elétricos com chaves e bobinas). A Programação em Diagrama de Contatos permite a implementação de lógicas binárias simples a complexas por meio do conjunto de ações estruturado na forma de um diagrama. **Tal diagrama é capaz de representar o programa a ser desenvolvido, através da linguagem Ladder, que implementa estruturas lógicas a partir de elementos gráficos. Uma chave pode estar em duas situações: aberta ou fechada.**

## CHAVE ABERTA

Considera-se uma chave aberta ou de estado aberto, aquela que em **série com um condutor não permite a passagem de corrente elétrica**. A Figura 10 apresenta um circuito simples, considerando uma bateria em série com uma chave aberta e uma lâmpada.



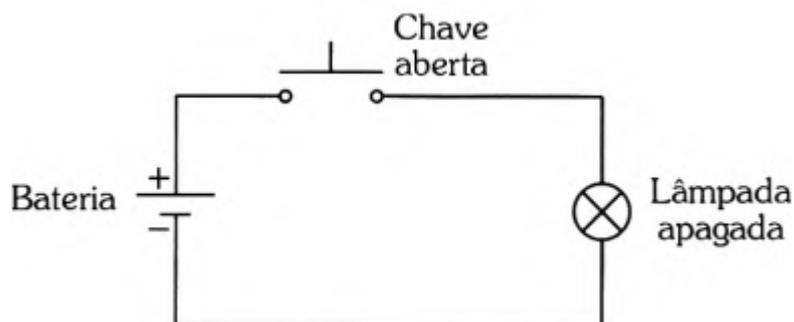


FIGURA 10 – CIRCUITO COM A CHAVE ABERTA.

*FONTE: CONTROLADORES LÓGICOS PROGRAMÁVEIS - SISTEMAS DISCRETOS / CLAITON MORO.; FRANCHI, VALTER LUÍS ARLINDO DE CAMARGO. - 1. ED. - SÃO PAULO: ÉRICA, 2008*

### CHAVE FECHADA

Uma chave fechada ou de estado fechado é aquela que **permite a passagem de corrente elétrica**. A Figura 11 ilustra o mesmo circuito da Figura 10, porém com a chave fechada.

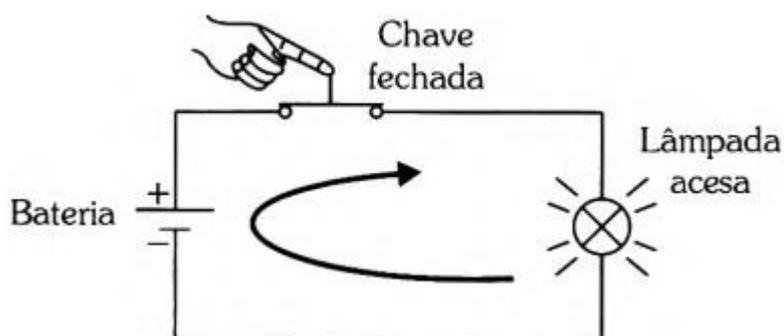


FIGURA 11 – CIRCUITO COM A CHAVE FECHADA.

*FONTE: CONTROLADORES LÓGICOS PROGRAMÁVEIS - SISTEMAS DISCRETOS / CLAITON MORO.; FRANCHI, VALTER LUÍS ARLINDO DE CAMARGO. - 1. ED. - SÃO PAULO: ÉRICA, 2008*

Dizemos que a no processo de acionamento da chave ocorreu a comutação da entrada e a consequente comutação da saída, ou seja, a chave (dispositivo de entrada) alterou seu estado (aberto para fechado) e a lâmpada (dispositivo de saída) também alterou seu estado (desligada para ligada).



## SÍMBOLOGIA BÁSICA



A representação gráfica dos contatos e bobinas na Linguagem Ladder apresenta variações sutis em função do fabricante. É importante conhecer as principais, já que a banca pode adotar qualquer uma delas. Os símbolos dos contatos e bobinas estão representados nas Figuras 12 e 13 respectivamente.

Fabricante	Contato Normalmente Fechado (NF)	Contato Normalmente Aberto (NA)
IEC 61131-3		
Allen-Bradley		
Siemens S7		
GE Fanuc		

FIGURA 12 – REPRESENTAÇÃO GRÁFICA DOS CONTATOS EM LADDER DE ACORDO COM OS PRINCIPAIS FABRICANTES.

FONTE: CONTROLADORES LÓGICOS PROGRAMÁVEIS - SISTEMAS DISCRETOS / CLAITON MORO.; FRANCHI, VALTER LUÍS ARLINDO DE CAMARGO. - 1. ED. - SÃO PAULO: ÉRICA, 2008

Fabricante	Bobina	Bobina negada
IEC 61131-3		
Allen-Bradley		Não disponível
GE Fanuc		
Modicon Quantum		
Siemens S7		Não disponível

FIGURA 13 – REPRESENTAÇÃO GRÁFICA DAS BOBINAS EM LADDER DE ACORDO COM OS PRINCIPAIS FABRICANTES.

FONTE: CONTROLADORES LÓGICOS PROGRAMÁVEIS - SISTEMAS DISCRETOS / CLAITON MORO.; FRANCHI, VALTER LUÍS ARLINDO DE CAMARGO. - 1. ED. - SÃO PAULO: ÉRICA, 2008



Uma bobina negada opera inversamente em relação a uma bobina comum, ou seja, somente se a indução magnética é nula, ela então é energizada. Nesse caso, a bobina negada somente é ativada quando não há fluxo de energia virtual alcançando-a.

A **principal função** de um **programa** em linguagem Ladder é **controlar o acionamento de saídas**, dependendo da combinação lógica dos contatos de entrada. Para isso, o diagrama de contatos Ladder se mostra como uma técnica eficaz para descrição da função lógica, pois seu sistema de notação é extremamente simples. Constituindo-se de **duas barras verticais, que representam os pólos positivo (lado esquerdo) e negativo (lado direito) de uma bateria, e contatos e relés inseridos entre elas**, o diagrama de contatos fornece uma forma estruturada para descrição de lógicas complexas, possibilitando uma análise mais profunda. Esta estrutura busca representar o fluxo de eletricidade. **O fluxo da "eletricidade virtual" é sempre do pólo positivo para o pólo negativo, sendo assim, o fluxo segue sempre da barra da esquerda para a da direita.**

Uma linha do programa ou também denominado degrau de lógica é formado por um conjunto de condições de entrada, representadas por contatos normalmente abertos (NA) e normalmente fechados (NF), e uma instrução de saída na linha final, representada pelo símbolo de uma bobina. Esses elementos, interligados de forma adequada, permitem a execução de operações lógicas, tais como E, OU, NÃO e exclusão mútua. A Figura 14 ilustra o exposto.

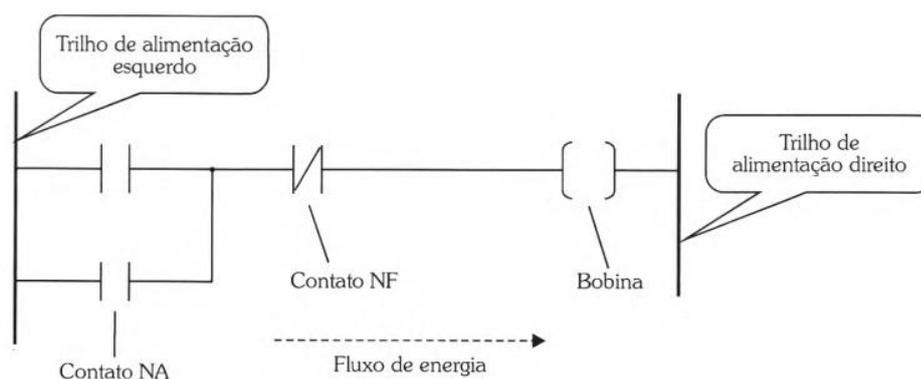


FIGURA 14 – REPRESENTAÇÃO GRÁFICA DE UMA LINHA DE COMANDO EM LADDER E SEUS RESPECTIVOS COMPONENTES.

FONTE: CONTROLADORES LÓGICOS PROGRAMÁVEIS - SISTEMAS DISCRETOS / CLAITON MORO.; FRANCHI, VALTER LUÍS ARLINDO DE CAMARGO. - 1. ED. - SÃO PAULO: ÉRICA, 2008



Uma linha é verdadeira, ou seja, permite o fluxo de energia de uma saída ou de um bloco de funções, desde que os contatos permitam um "fluxo virtual de eletricidade", ou seja, permitindo que haja uma conexão entre a barra da esquerda e a barra da direita. A continuidade acontece quando há uma combinação de ligações fechadas que fazem circular uma corrente elétrica até chegar na bobina, que é o último componente na cadeia (ou etapa). A Figura 15 representa um exemplo de código em Ladder em que é possível verificar o funcionamento do algoritmo em Ladder.

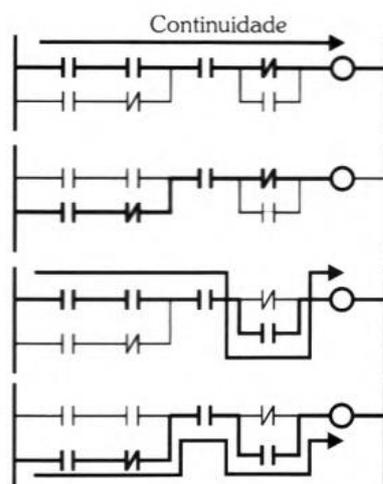


FIGURA 15 – REPRESENTAÇÃO DE UM CÓDIGO EM LADDER EM QUE SE VERIFICA A CONTINUIDADE E O FLUXO DE CORRENTE.

FONTE: CONTROLADORES LÓGICOS PROGRAMÁVEIS - SISTEMAS DISCRETOS / CLAITON MORO.; FRANCHI, VALTER LUÍS ARLINDO DE CAMARGO. - 1. ED. - SÃO PAULO: ÉRICA, 2008



O SENTIDO DE LEITURA DO PROGRAMA É SEMPRE DA ESQUERDA (BARRA VERTICAL POSITIVA) PARA A DIREITA (BARRA VERTICAL NEGATIVA) E DE CIMA PARA BAIXO. **NÃO É POSSÍVEL ESTABELEECER FLUXO DE LEITURA INVERSO.**

Nos relés eletromecânicos, apenas uma quantidade limitada de contatos está disponível para uso, enquanto que nos programas em Ladder, quantos contatos abertos ou fechados desejar pode ser usado para uma única bobina. Isto significa que **um mesmo contato pode ser repetido diversas vezes. Cada bobina da programação e seus respectivos contatos no CLP são identificados por um único endereço de referência.**



Por exemplo, as bobinas possuem contatos normalmente abertos e normalmente fechados com o mesmo endereço (M1) que a bobina. A Figura 16 representa um fragmento de código em que é possível verificar o endereçamento dos contatos e da bobina.

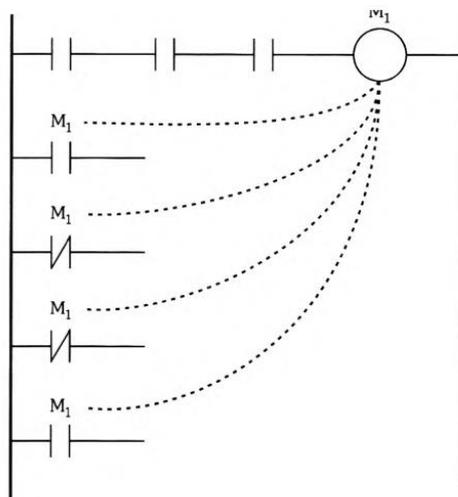


FIGURA 16 – REPRESENTAÇÃO DA POSSIBILIDADE DE REPETIÇÃO DE CONTATOS.

FONTE: CONTROLADORES LÓGICOS PROGRAMÁVEIS - SISTEMAS DISCRETOS / CLAITON MORO.; FRANCHI, VALTER LUÍS ARLINDO DE CAMARGO. - 1. ED. - SÃO PAULO: ÉRICA, 2008

**Um controlador programável possibilita que vários contatos de um dispositivo de entrada sejam utilizados.** A Figura 17 mostra uma aplicação onde uma chave fim de curso (S1) é conectada na entrada I2 de um CLP. É possível que o contato I2 seja repetido no programa de controle do CLP como um contato normalmente aberto ou normalmente fechado, de acordo com a necessidade.

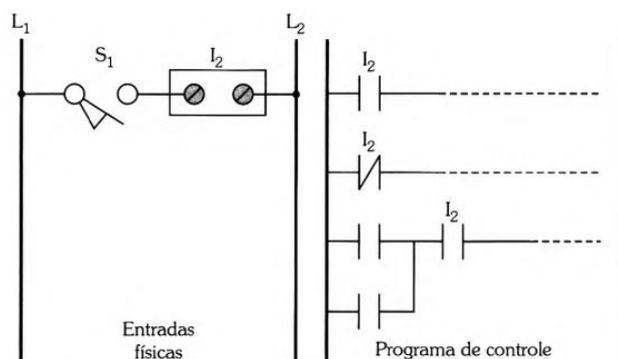


FIGURA 17 – REPRESENTAÇÃO DA POSSIBILIDADE DE REPETIÇÃO DE CONTATOS COM O MESMO ENDEREÇO.

FONTE: CONTROLADORES LÓGICOS PROGRAMÁVEIS - SISTEMAS DISCRETOS / CLAITON MORO.; FRANCHI, VALTER LUÍS ARLINDO DE CAMARGO. - 1. ED. - SÃO PAULO: ÉRICA, 2008



Apesar de alguns CLP disporem que uma única saída (bobina) seja aproveitada, não é aconselhável a repetição porque a lógica do programa ficará desorganizada e, com isso, dificultará a compreensão de quem assumir a manutenção. Por isso, é **aconselhável não se repetir uma saída (bobina)**.

Um **recurso** muito utilizado é o da **bobina auxiliar, relé interno ou memória interna**. Estes elementos têm grande relevância e são amplamente empregados na programação. Os CLPs de menor porte frequentemente vêm equipados com uma centena ou mais de relés internos, alguns dos quais tem a capacidade de manter seu estado. **Os relés internos armazenam dados em bits de maneira temporária, cujos resultados são semelhantes aos de contatores auxiliares**. Esses dispositivos receberam o nome de relés internos devido à sua função. Por meio da programação, é possível ativar e desativar as bobinas e usar os contatos para ligar ou desligar outras saídas. A Figura 18 ilustra um exemplo de aplicação dos relés internos.

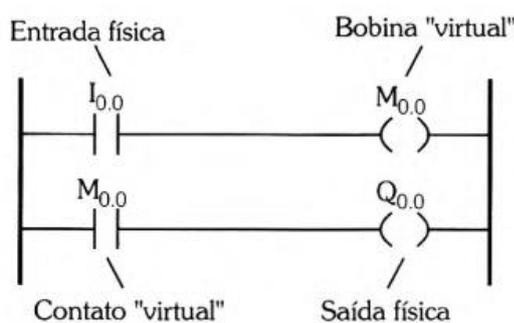


FIGURA 18 – REPRESENTAÇÃO DO USO DO RELÉ INTERNO.

FONTE: CONTROLADORES LÓGICOS PROGRAMÁVEIS - SISTEMAS DISCRETOS / CLAITON MORO.; FRANCHI, VALTER LUÍS ARLINDO DE CAMARGO. - 1. ED. - SÃO PAULO: ÉRICA, 2008

Quando o contato I0.0 é fechado, a bobina do relé interno M0.0 é energizada. No entanto, isso não implica que a saída física também esteja associada. Para que isso aconteça, é necessário usar um dos contatos do relé interno para conectar a bobina Q0.0, que está vinculada ao módulo de saída. O conteúdo dessa memória é fornecido no mesmo ciclo de varredura e é efêmero, ou seja, se houver falta de energia elétrica, o que há nela se perde. Alguns fabricantes permitem que as memórias auxiliares sejam executadas de forma persistente.

A cada comando de entrada ou saída é atribuído um endereço que indica onde a informação referente a essa instrução vai ser armazenada na memória da PLC. **Cada elemento do diagrama Ladder é**



**designado por um operando, podendo ser representado por letras e números. As entradas, saídas e relés internos são reconhecidas por seus endereços, os quais são determinados pela marca do controlador lógico programável.**

*Cada fabricante tem sua própria maneira de direcionar a memória, que costuma ser diferente das utilizadas em outros CLPs. Por exemplo, alguns usam a letra I (Input) para entradas e a letra Q (Quit) ou O (Output) para saídas, enquanto outros utilizam as letras X e Y para codificar as entradas e saídas, respectivamente.*

*A memória disponível e a abordagem de endereçamento de um CLP podem variar de acordo com o modelo e fabricante. Em todo caso, **é necessário que a tabela de dados tenha duas partes, a primeira representando uma representação virtual das entradas conectadas aos cartões de entrada, e a segunda, uma imagem virtual das saídas ligadas aos cartões de saída.***

*A capacidade de memória e a forma de endereçamento de um CLP variam entre os modelos e fabricantes. Não importa o que seja, **é importante que a tabela de dados seja dividida em duas partes: uma que simule as entradas conectadas aos cartões de entrada, e outra para mostrar as saídas associadas aos cartões de saída.***



Para melhor compreender a elaboração, sintaxe e estruturação de um programa em Ladder, vamos utilizar um exemplo hipotético. Inicialmente será feita a representação do diagrama de relés para a situação proposta. Em seguida, será apresentado o código em Ladder correspondente. Analisando a Figura 19, verifica-se que o contato D estabelece uma ligação entre o circuito de acionamento de K1 e o circuito de acionamento de K2. Tal configuração não é possível de ser implementada em Ladder, pois não pode ser realizado contato vertical. Utilizando o recurso da repetição de contatos, é possível resolver esta situação.



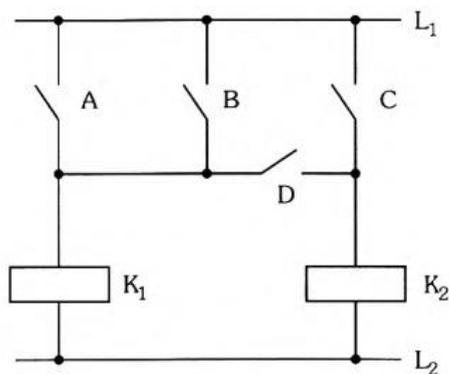


FIGURA 19 – REPRESENTAÇÃO DA SITUAÇÃO HIPOTÉTICA UTILIZANDO A LÓGICA DE RELÉS.

FONTE: CONTROLADORES LÓGICOS PROGRAMÁVEIS – SISTEMAS DISCRETOS / CLAITON MORO.; FRANCHI, VALTER LUÍS ARLINDO DE CAMARGO. – 1. ED. – SÃO PAULO: ÉRICA, 2008

Existe mais de uma maneira de se elaborar um programa em Linguagem Ladder para resolver a situação hipotética apresentada. A Figura 20 representa uma possível solução.

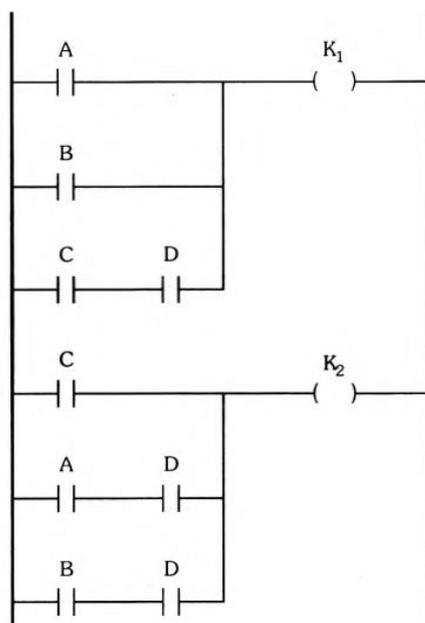


FIGURA 20 – PROGRAMA EM LADDER REPRESENTANDO A SITUAÇÃO HIPOTÉTICA.

FONTE: CONTROLADORES LÓGICOS PROGRAMÁVEIS – SISTEMAS DISCRETOS / CLAITON MORO.; FRANCHI, VALTER LUÍS ARLINDO DE CAMARGO. – 1. ED. – SÃO PAULO: ÉRICA, 2008

Um recurso muito utilizado em programação Ladder é o **contato selo**. Este artifício **permite manter uma saída ativa (bobina)** mesmo que a entrada (contato) fique desenergizada. Junto a ele, existem as

**bobinas especiais Set e Reset**, que também são elementos da sintaxe Ladder capazes de solucionar este tipo de problema. Um exemplo para apresentar os conceitos citados seria o acionamento de um motor por uma botoeira normalmente aberta. A botoeira só se mantém energizada enquanto estiver sendo pressionada. Ou seja, caso o operador pare de pressionar a botoeira, o motor será desligado. Existem duas possibilidades para resolver esta situação. A primeira solução consiste em utilizar o contato selo para garantir que o motor continue ligado mesmo após a botoeira ficar desenergizada. A Figura 21 ilustra a situação hipotética descrita.

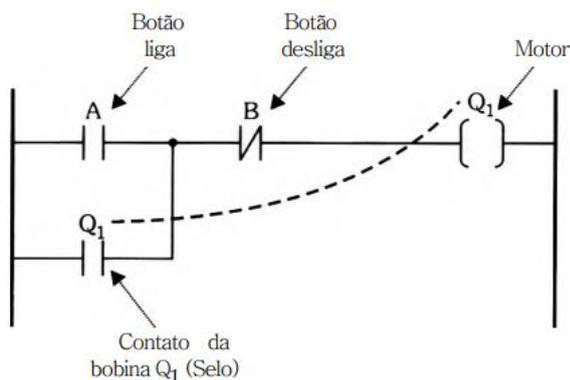


FIGURA 21 – PARTIDA DIRETA DE UM MOTOR ELÉTRICO UTILIZANDO O CONTATO SELO.

FONTE: CONTROLADORES LÓGICOS PROGRAMÁVEIS – SISTEMAS DISCRETOS / CLAITON MORO.; FRANCHI, VALTER LUÍS ARLINDO DE CAMARGO. – 1. ED. – SÃO PAULO: ÉRICA, 2008

Outra maneira de solucionar o problema, conforme citado anteriormente, seria a utilização das bobinas Set e Reset. Figura 22 representa um código em Ladder utilizando as bobinas especiais para resolver a mesma situação hipotética referente a partida direta de um motor elétrico.

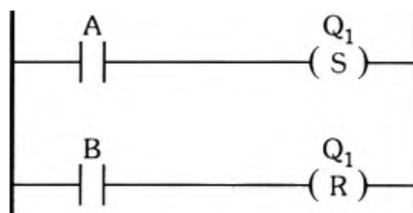


FIGURA 22 – PARTIDA DIRETA DE UM MOTOR ELÉTRICO UTILIZANDO AS BOBINAS SET E RESET.

FONTE: CONTROLADORES LÓGICOS PROGRAMÁVEIS – SISTEMAS DISCRETOS / CLAITON MORO.; FRANCHI, VALTER LUÍS ARLINDO DE CAMARGO. – 1. ED. – SÃO PAULO: ÉRICA, 2008



Verifica-se que no caso apresentado pela Figura 22 que o motor elétrico após ser ligado utilizando uma bobina *Set*, só poderá ser desligado utilizando uma bobina *Reset*. As duas opções de resolução estão corretas. No entanto, é importante que o programador faça um esqueleto estrutural prévio do código a ser implementado e verifique a melhor opção de uso. Não existe uma regra para a melhor escolha da solução (contato selo ou bobina *Set* e *Reset*). Tudo irá depender do programador, da marca e modelo do CLP utilizado e do problema a ser resolvido.



**(CESPE - 2010 - MS - Engenheiro Elétrico) Acerca de linguagens utilizadas para programação de CLP, julgue os itens seguintes.**

A linguagem de listas de instruções - Instruction List (IL) - assemelha-se à linguagem Ladder na maneira como os códigos são escritos.

- ( ) CERTO
- ( ) ERRADO

**Comentários:**

A assertiva é claramente **FALSA**. A **Lista de Instruções** é uma linguagem de programação do **tipo textual**, enquanto que a **Linguagem Ladder** é do **tipo gráfica**. Além disso, as estruturas dos códigos são distintas, visto que cada linguagem apresenta sua própria sintaxe.

**Gabarito: Errado**



# CONCEITOS BÁSICOS DE REDES INDUSTRIAIS

Os protocolos de Redes Industriais são **usados para que controladores, sensores e atuadores possam compartilhar informações de forma segura e rápida, além de monitorar e controlar unidades industriais.** Cada um destes protocolos tem regras específicas que regulam a transferência de dados, e existem diversos tipos. A seguir serão apresentados os principais tipos de Redes Industriais e seus aspectos fundamentais.

## AS Interface

A Rede AS-Interface é **ideal para aplicações simples e práticas para máquinas e equipamentos de pequeno porte.** Seus cabos auto-regenerantes de duas vias possibilitam a transmissão rápida de dados para pontos analógicos e digitais. Apesar da especulação há alguns anos no mercado de que esse produto estava com dias contados, hoje ele lança sua versão 5, com mais vantagens que aquelas baseadas em Ethernet, tais como: mestres IO-Link, facilidade de montagem, maior segurança e economia garantida.

## CANopen

A CANopen tem como objetivo atender aos projetos que exigem **maior complexidade e segurança de dados**, como nas áreas da medicina, navegação naval e ferrovias. Ao mesmo tempo, é possível obter boa performance com custos razoáveis, devido aos componentes e equipamentos que acompanham a aplicação. Porém, se a distância entre os nós de rede for grande, a velocidade de comunicação média da CANopen pode ser um empecilho. Se a distância for pequena, entretanto, essa é a aplicação ideal.

## DeviceNet

A **capacidade de troca de dados e a interconectividade** são fatores cruciais para a DeviceNet. Isso permitiu que diversos fabricantes desenvolvessem dispositivos e equipamentos preparados para a **transmissão de dados.** Além disso, oferece até 64 nós de conexão, em uma topologia do tipo tronco/derivação. Apesar de suas características, a adoção da DeviceNet é de apenas 4%, segundo o estudo da HMS Industrial Networks, citado no artigo “A Evolução da Ethernet Industrial”. Isso se deve às vantagens



contidas nessa rede, que foram transferidas para sua evolução, a Ethernet IP que será apresentada posteriormente.

## Profibus

A rede Profibus é uma das **principais redes disponíveis para comunicação industrial**. Seu desenvolvimento baseou-se na **necessidade de um Fieldbus especializado para conexões de controle**. Ele permite a **conexão de equipamentos de diferentes fabricantes em uma única rede**, além de ser parte de um **padrão internacional aberto**, oferecendo vantagens como **redução de custos, segurança e flexibilidade** em diversas aplicações. Através do PROFIBUS DP é possível estabelecer uma comunicação de alta velocidade entre sistemas de automação e equipamentos descentralizados. Além disso, existem versões específicas para outras necessidades, como o PROFIBUS-FMS e PROFIBUS-PA, que garantem que todas as necessidades sejam atendidas.

## Modbus

O Modbus, um dos Fieldbuses abertos mais antigos, é utilizado globalmente para aplicações que necessitam de um **Fieldbus incorporado para garantir o controle, acionamento e leitura de sinais** ao longo de uma instalação, e que são compatíveis com vários meios físicos. É utilizado em **equipamentos com custos baixos**, o que o torna uma escolha frequente para empresas que buscam **aplicações padronizadas com comunicação de IO** de dispositivos **sem extrapolar o orçamento**. Entretanto, com a evolução tecnológica, prevê-se que o Modbus possa ser ultrapassado em algum momento.

## Ethernet/IP

A EtherNet IP, considerada uma espécie do gênero Ethernet Industrial, é a tecnologia de rede industrial líder para conectar dispositivos de automação em toda a linha de produção. Esta abordagem permite às organizações a transferência de dados confiável, segura e de baixa latência entre diferentes pontos de acesso, oferecendo-lhes soluções de nível corporativo. Ela substituiu a Devicenet como a solução mais usada para conectar dispositivos de automação, pois oferece vantagens significativas, como a



capacidade de conectar dispositivos Ethernet à rede, o uso de um único arquivo de configuração para todos os dispositivos de rede, diagnósticos locais e remotos via CLP, entre outros.



***NOTA: A Indústria 4.0 impulsionou a necessidade de se estabelecer meios de comunicação mais rápidos. Dessa forma, os dispositivos devem ser capazes de enviar informações para a nuvem com maior agilidade. Assim sendo, surgiram propostas para redes industriais que oferecem maior desempenho, tais como OPC/UA e TSN, que têm por objetivo tornar a comunicação mais acelerada.***

## OPC/UA

OPC/UA (Unified Architecture) é uma solução que oferece vantagens em relação aos Fieldbus tradicionais, **eliminando a necessidade de se utilizar diferentes protocolos para a transferência de dados**. Além disso, seu **princípio baseado no cliente-servidor** possibilita a **comunicação entre dispositivos e a nuvem**, proporcionando um equilíbrio ideal entre sistemas digitais. O protocolo OPC UA é totalmente independente da plataforma, além de possuir mecanismos de segurança embutidos tornando-o adequado para a Indústria 4.0. A adoção do OPC UA permite que se obtenha uma **conexão mais segura e estável** entre dispositivos, além de **maior economia de tempo e custo**.

## TSN

O TSN (Time Sensitive Networking) amplia a funcionalidade já existente da EtherNet, oferecendo um **conjunto de padrões que permitem a execução de aplicações de tempo real**. Com isso, é possível alcançar a **necessária latência e jitter para as comunicações**. A Siemens, por exemplo, acredita que a combinação entre Profinet baseado em EtherNet com TSN será a ideal para ser aplicada no chão de fábrica, ao lado do OPC UA, responsável por proporcionar a interface de comunicação com a nuvem. O conjunto de padrões



TSN garante que os dispositivos possam trabalhar em tempo real, o que possibilita a comunicação mais eficiente e segura entre eles.

Conforme apresentado, as Redes Industriais possuem características específicas e a escolha de qual rede utilizar depende da análise dos seguintes quesitos:

- Objetivo a ser alcançado com a instalação da rede;
- Tipo e distribuição dos pontos;
- Quantidade de dispositivos interconectados;
- Distância entre os pontos e o painel elétrico;
- Tecnologia de CLP adotada pelo cliente ou por sua empresa;
- Características iniciais do projeto bem como as suas possíveis expansões;
- Latência suportada no comando;
- Em qual nível da Pirâmide da Automação se encontram os dispositivos que serão controlados;
- Custo de instalação;
- Habilidades da equipe técnica X Necessidade de treinamentos.

A Figura 23 ilustra a **Pirâmide da Automação com os respectivos protocolos de Redes Industriais** mais utilizados por camada.

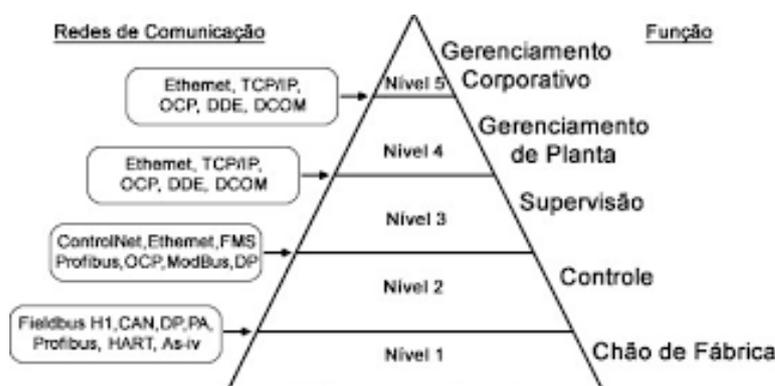


FIGURA 23 – DISTRIBUIÇÃO DAS REDES INDUSTRIAIS EM CADA NÍVEL DA PIRÂMIDE ISA.

FONTE: [HTTPS://AUTOMACAOECARTOONS.COM/2018/01/11/PIRAMIDE-DA-AUTOMACAO-INDUSTRIAL](https://AUTOMACAOECARTOONS.COM/2018/01/11/PIRAMIDE-DA-AUTOMACAO-INDUSTRIAL)

As redes industriais apresentam motivos significativos para a sua implantação. Dentre os principais motivos pode-se citar:



- redução do tamanho dos painéis elétricos;
- modularização das máquinas e equipamentos;
- possibilidade de diagnóstico em tempo real de falhas;
- flexibilidade para ampliação e modulação de processos.

Estas características, quando aplicadas corretamente, podem simplificar a grande maioria dos processos realizados em uma planta industrial. A automação conta com módulos específicos que são conectados às redes definidas de acordo com o CLP do projeto e enviam informações diretamente. Se houver algum erro no painel ou na máquina, o sistema o identificará e poderá ser visualizado em um notebook ou celular. Além disso, é possível obter a localização exata do problema, permitindo que seja corrigido rapidamente, evitando assim longas horas de trabalho para sua identificação.



**(CESPE - 2010 - MS - Engenheiro Elétrico) Acerca dos aspectos relacionados à CLPs, Sistemas de Supervisão e Controle, Redes Industriais e Circuitos Lógicos, julgue os itens.**

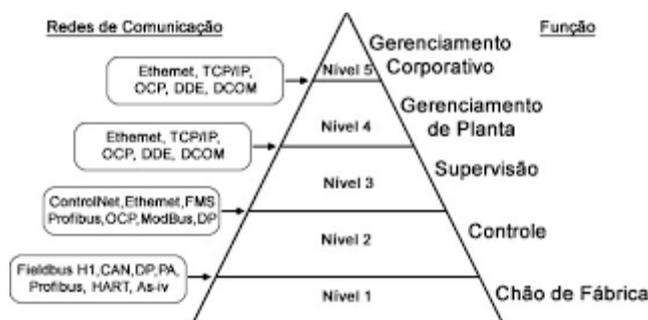
**O protocolo de rede Profibus possui ampla aplicação nos níveis 03 e 04 da Pirâmide ISA.**

( ) CERTO

( ) ERRADO

#### Comentários:

A questão aborda a Pirâmide ISA ou Pirâmide da Automação e as características de seus níveis quanto a implementação de protocolos de rede. Vamos analisar novamente a Figura 23:



A partir da figura é possível identificar que o **protocolo de rede Profibus tem sua aplicabilidade concentrada nos níveis 01 e 02 da Pirâmide da Automação**, ou seja, sua aplicabilidade é direcionada para a comunicação de elementos de chão de fábrica (sensores e atuadores) com os elementos de controle (CLP). A justificativa para isso está no contexto histórico em que o protocolo Profibus surgiu. Ele surgiu no início da Automação Industrial, sendo considerado um protocolo antigo em vista da atualidade e por isso preza pela estrutura derivada dos painéis de relés.

**Gabarito: Errado**

## Conceitos básicos de Sistemas Supervisórios

Os Sistemas Supervisórios permitem o **monitoramento e o rastreamento de informações de processos produtivos ou instalações físicas**. Estes dados são obtidos com o auxílio de aparelhos de aquisição de dados, que são posteriormente manipulados, analisados, armazenados e exibidos para o usuário. Estes sistemas também são **conhecidos como SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition)**.

A automação industrial faz uso de tecnologias de computação e de comunicação para facilitar a monitoração e o controle dos processos industriais, obtendo dados em condições complexas. Em determinadas situações, os usuários estarão geograficamente distantes, mas com a ajuda de **interfaces amigáveis, desenhadas para facilitar a navegação**, e de **conteúdo multimídia**, os operadores poderão interagir facilmente.

Os sistemas SCADA são **capazes de identificar todas as variáveis numéricas ou alfanuméricas** que estão presentes na aplicação, através das *tags*. Estes sistemas também permitem a realização de operações computacionais, como operações matemáticas, lógicas, com vetores e *strings*, além de serem responsáveis por controlar todos os dados de entrada e saída do processo. As *tags* correspondem às variáveis reais que estão sendo medidas (temperatura, nível, velocidade, etc.), ou seja, elas permitem a comunicação entre a planta industrial real com o computador. Os **Supervisórios são capazes de monitorar variáveis e apresentar saídas ao usuário como, por exemplo, alarmes, notificações e mensagens de erro**.

Os sistemas **SCADA são usados para monitorar e controlar processos industriais a partir de dados provenientes** de controladores lógicos programáveis (CLPs) **remotos**. Estes dados são formatados e



mostrados para o operador de forma amigável e interativa. Esta é a **principal função dos Sistemas SCADA, apresentar ao usuário uma interface homem máquina de alto nível**, com fiel representação da planta industrial e as respectivas etapas, estruturas, componentes e relações do processo. A Figura 24 ilustra um modelo genérico de fluxo de processos envolvendo Sistemas de Supervisão e Controle (SCADA).

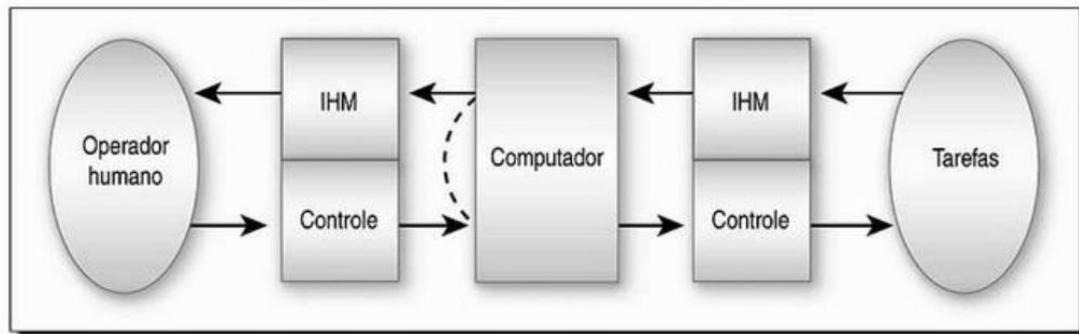


FIGURA 24 – FLUXO DE PROCESSOS ENVOLVENDO SCADA.

FONTE: [HTTPS://AUTOMACAOECARTOONS.COM/2018/01/11/PIRAMIDE-DA-AUTOMACAO-INDUSTRIAL](https://AUTOMACAOECARTOONS.COM/2018/01/11/PIRAMIDE-DA-AUTOMACAO-INDUSTRIAL)

A utilização de Sistemas de Supervisão e Controle proporciona facilidades e mecanismos de eficiência ao processo controlado. As principais vantagens são:

- **Gerar relatórios completos e coerentes rapidamente;**
- **Possibilidade de realizar agendamentos por meio do sincronismo do Sistema de Supervisão com o relógio do sistema;**
- **Acesso, controle e manipulação de dados de forma simples;**
- **Ampla visualização do processo;**
- **Interfaces intuitivas e de fácil manejo pelo operador;**
- **Configurações de parâmetros de forma simples e objetiva;**
- **Eficiência quanto a sua reprogramação.**



(CESGRANRIO - 2018 - Petrobras - Engenheiro de Equipamentos Júnior - Eletrônica) Em automação industrial utilizam-se as redes SCADA que são a infraestrutura utilizada para controlar vários processos. A Tecnologia da Informação (TI) vem ajudando as indústrias a se protegerem e conservarem seus dados contra ataques externos.

Nesse contexto, dentre as ações de segurança em sistemas de controle consta(m) a(o):

- A) adoção de arquitetura redundante à prova de falhas e de fácil acesso tanto interno quanto externo ao ambiente industrial.
- B) análise e a compreensão dos riscos de segurança cibernética, através de uma análise de risco.
- C) habilitação dos pontos de comunicação em desuso e a garantia da possibilidade de causar impactos na segurança.
- D) documentação da infraestrutura de sistemas nos ambientes industriais e a garantia do acesso sem ordem às restrições adequadas.
- E) acesso físico aos equipamentos e aos dispositivos de pessoas não autorizadas.

#### Comentários:

A questão aborda as características dos Sistemas de Supervisão e Controle (SCADA) quanto aos aspectos de segurança. Vamos analisar cada alternativa.

**A) ERRADA.** Claramente incorreta. A alternativa erra ao afirmar que os **Sistemas Supervisórios** possuem arquitetura redundante e de fácil acesso. A **arquitetura não é redundante, pelo contrário, é adaptável às atualizações e mudanças**. Além disso, elas **possuem mecanismos de acesso restrito**, sendo possível bloquear o acesso mediante a **requisição de Login e Senha do usuário o que possibilita o controle de acesso e de informações**.

**B) CORRETA.** A alternativa apresenta corretamente as características de um Sistema de Supervisão e Controle quanto aos aspectos de segurança.

**C) ERRADA.** A alternativa apresenta redação confusa. No entanto, existe a possibilidade de habilitar pontos de comunicação em desuso desde que autorizada pelo desenvolvedor após análise técnica de viabilidade. Quanto a **garantia de causar impacto na segurança, tal afirmação não faz sentido, já que tal ação não causa impacto na segurança por ser controlada pelo desenvolvedor**.

**D) ERRADA.** Não existe garantia de acesso sem às ordens de restrição o que macula a questão. **O acesso deve ser autorizado pelo desenvolvedor quando este julgar pertinente**.

**E) ERRADA.** Mais uma vez a questão peca em afirmar que pessoas não autorizadas terão acesso a alguma coisa. **Uma das vantagens de implantar um Sistema de Supervisão e Controle consiste nas opções de segurança, e uma delas é justamente a possibilidade do desenvolvedor ou responsável pelo sistema controlar o nível de acesso dos usuários**.



Gabarito: Letra B

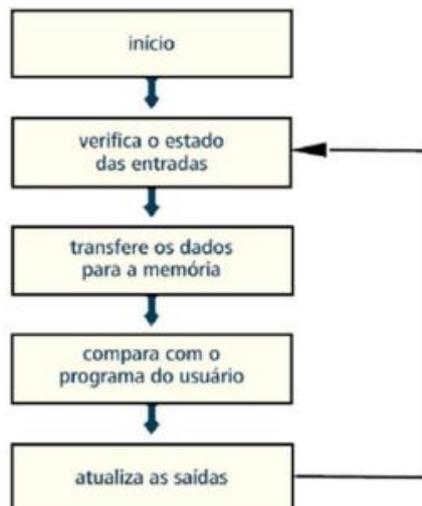


*Antes de iniciarmos o estudo por questões, cabe dizer que o tema Automação Industrial não foi tão explorado nos últimos Editais. O tema é muito específico, e por isso é mais cobrado em concursos que contemplam cargos de Engenheiro/Técnico em Automação, Elétrica, Eletrônica, Mecatrônica e Telecomunicações. No entanto, quando este tema aparece em algum edital, pode-se esperar uma alta incidência de questões relacionadas. Diante disso, as questões abaixo foram selecionadas de modo a abordar os assuntos mais cobrados dentro do tópico do presente Edital, a fim de proporcionar subsídios suficientes para compreensão do tema estudado nesta aula. Parte das questões foram selecionadas baseado no critério temporal, ou seja, questões mais recentes e de bancas conceituadas. Outra parte em questões da banca CESPE/CEBRASPE.*



## QUESTÕES COMENTADAS

1. (FGV - 2021 - IMBEL - Engenheiro Mecatrônico) O CLP é um equipamento eletrônico digital, com hardware e software adequados para as aplicações industriais. A figura abaixo apresenta um diagrama de blocos de seu funcionamento:



A respeito do controle e processamento das entradas e saídas, assinale a afirmativa correta.

- A) O procedimento de leitura das entradas para verificar se algo foi acionado consome alguns segundos no controle.
- B) A leitura do estado das entradas, após o ciclo de varredura é apagada.
- C) A execução do programa do usuário é realizada após a desativação das saídas.
- D) O CLP atualiza a memória imagem das saídas, e na sequência atualiza as interfaces ou módulos de saída, para iniciar um novo ciclo de varredura.
- E) Ao ser ligado, todas as entradas são desativadas.

### Comentários:

A questão versa sobre o ciclo de funcionamento de um CLP genérico. Vamos analisar cada alternativa.

- A) **ERRRADA**. Cuidado com esta afirmação. O examinador afirma que o procedimento de verificação das entradas consome alguns segundos. Sabemos que **cada CLP possui um time clock de varredura** que varia em função da capacidade do seu processador e da sua memória RAM. Apesar de esse **valor ser variável, ele**



**não dura segundos conforme apresentado**, daí o erro da alternativa. O tempo de varredura até mesmo de CLPs pequenos e antigos é da ordem de milissegundos, ou seja,  $10^{-3}$  segundos. Os CLPs mais modernos apresentam ciclos ainda mais eficientes, da ordem de microssegundos, ou seja,  $10^{-6}$ .

B) **ERRADA**. Evidente o erro da questão. **Os estados de entradas não são apagados após o ciclo de varredura**. Os estados de entrada devem permanecer na memória RAM (memória volátil) até que outros dados de entrada o substituam, o que não necessariamente acontecerá a cada ciclo de varredura, ou se o CLP for desligado ou reiniciado. No último caso, isso acontece devido às características das memórias voláteis que perdem os dados quando o dispositivo é desenergizado.

C) **ERRADA**. Afirmativa falsa. A execução do programa do usuário se inicia quando o CLP é posto em funcionamento. **A primeira atividade do CLP é verificar os estados das entradas** conforme apresentado no diagrama da questão.

D) **CERTO**. A alternativa descreve exatamente o funcionamento do CLP em cada ciclo de varredura.

E) **ERRADO**. Afirmativa falsa e claramente verificável no diagrama de blocos apresentado no enunciado da questão. **Ao ser ligado, não necessariamente todas as entradas serão desativadas. As entradas, definidas como parâmetros de condições iniciais do algoritmo serão ativadas e não desativadas**. As estradas residuais, ou seja, aquelas **armazenadas na memória RAM no último ciclo de funcionamento serão desativadas no instante em que o CLP for desligado** (desenergizado) e **não ao ser ligado**, o que macula a questão. Diante disso, a questão está errada.

**Gabarito: Letra D**



2. (UFCG - 2019 - UFCG - Engenheiro - Elétrico) O Controlador Lógico Programável (CLP), do inglês PLC (Programmable Logic Controller), é definido como dispositivo capaz de armazenar instruções destinadas a sistemas automatizados. É uma característica do CLP:

#### Alternativas

- A) Ser inadequado às funções de controle.
- B) Possuir grande limitação na realização de cálculos.
- C) Possuir recursos para comunicação em rede.
- D) Não possuir unidade central de processamento.
- E) Não ser recomendável na manipulação de dados.

#### Comentários:

A questão cobra do candidato uma avaliação geral sobre as características dos CLPs. Os CLPs são dispositivos industriais utilizados para automatizar e **controlar processos e plantas industriais diversos**. Esses dispositivos são capazes de **realizar cálculos complexos**, armazenar dados, **tratar dados** e realizar operações lógicas. Além disso, são robustos (resistentes a poeira, vibrações, variações elétricas, etc.) e possuem mecanismos eficientes de comunicação com os dispositivos de campo, sistemas SCADA e com outros CLPs. A comunicação pode ser feita via cabos, *wi-fi* e até mesmo via *bluetooth* em alguns casos. Possuem tecnologia para a **integração com diversos protocolos de redes industriais**. Sua arquitetura básica engloba: fonte de alimentação, **unidade central de processamento (CPU)**, memória RAM, memória ROM ou Flash e dispositivos de entradas e saídas. As informações destacadas em negrito correspondem às utilizadas para responder a questão. Portanto, nossa resposta é a letra C.

**Gabarito: Letra C**



3. (FCC - 2019 - Prefeitura de São José do Rio Preto - SP - Engenheiro Eletricista) Um controlador lógico programável possui uma arquitetura de hardware modular e é programável em algumas linguagens padronizadas. Alguns dos módulos e linguagens de programação típicas são:

- A) módulo de excitação rotativa e módulo de gerador síncrono, e linguagens Sequential Flow Chart (SFC) e lista de instruções (IL).
- B) módulo de excitação rotativa e módulo de CPU, e linguagens de diagramas de blocos funcionais (FBD) e C++.
- C) módulo de gerador síncrono e módulo de entradas e saídas analógicas, e linguagens Python e C++.
- D) módulo fonte e módulo de entradas e saídas analógicas, e linguagens Python e texto estruturado (ST).
- E) módulo de fonte e módulo de CPU, e linguagens de diagramas de blocos funcionais (FBD) e LADDER.

#### Comentários:

A questão exige do candidato um conhecimento sobre as características do CLP. O **CLP é um dispositivo modular**, ou seja, seus componentes de *hardware* são agrupados em módulos com funções similares objetivando facilitar a identificação de problemas técnicos e até mesmo a sua manutenção. Os módulos presentes em qualquer CLP - lembrando que dependendo do fabricante e do porte do CLP o número de módulos pode variar - são: **fonte de alimentação; CPU; módulos de armazenamento; módulos de entrada e saídas; módulos de comunicação. Módulos de excitação e/ou módulos geradores não estão presentes nos CLPs.** Porém, muito cuidado! **Os módulos de excitação e geração são comumente presentes em equipamentos como *software starter* e inversores de frequências.** Tais equipamentos podem ser controlados pelos CLPs, e geralmente o são. Diante disso, os CLPs possuem mecanismos de controle de módulos de excitação e geração, mas não são dotados desses módulos em sua arquitetura. A questão exige também que o candidato tenha conhecimento a respeito das linguagens de programação utilizadas nos CLPs. Como vimos, nem todo CLP possui em sua plataforma de desenvolvido compatibilidade com todas as linguagens disponíveis. No entanto, sabemos que **as linguagens disponíveis são: Ladder, Diagrama de Bloco de Funções; Diagrama de Fluxo Sequencial; Lista de Instruções; Texto estruturado.** Diante disso, gostaria de chamar a atenção para outro ponto importante tratado na questão e que poderia confundir o candidato. **As linguagens C, C++, Python, Java, entre outras, não podem ser implementadas diretamente na**



**plataforma de desenvolvimento do CLP.** No entanto, tais linguagens podem ser convertidas (traduzidas) e ajustadas para as referidas linguagens do CLP. Atenção quanto a isso.

**Gabarito: Letra E**



4. (FUNDEP (Gestão de Concursos) - 2020 - DMAE - MG - Engenheiro Eletricista) Os CLPs (controladores lógicos programáveis) são amplamente utilizados na indústria para a automação e o controle dos mais diversos tipos de processos.

Assinale a alternativa que apresenta linguagens de programação definidas pela Norma IEC 61131.

- A) Python e Texto estruturado
- B) FBD e SFC
- C) C++ e Lista de instruções
- D) Ladder e VHDL

#### Comentários:

Sabemos que as linguagens passivas de serem implementadas diretamente na plataforma de desenvolvimento dos CLPs em geral são: **Ladder; SFC (Sequenciamento gráfico de funções); FDB (Diagrama de Bloco de Funções); Lista de Instruções; Texto Estruturado**. Lembrando que as três primeiras são linguagens gráficas, enquanto as duas últimas são linguagens textuais. Quaisquer outras linguagens de programação não podem ser diretamente implementadas nas plataformas de desenvolvimento dos CLPs. Diante disso, nosso gabarito é a alternativa B.

**Gabarito: Letra B**



5. (COVEST-COPSET - 2019 - UFPE - Técnico em Mecânica) Nos sistemas de automação industrial, podemos ter o controle de processos contínuos, discretos ou, mais comumente, a mistura de ambos. Em qual das alternativas abaixo, constam apenas dispositivos que geram ou recebem sinais contínuos?

- A) Medidores de fluxo e acelerômetros.
- B) Chaves fim-de-curso e botões de emergência.
- C) Encoders óticos.
- D) Cabeçotes apalpadores.
- E) Disjuntores e relés.

#### Comentários:

A questão trata dos sinais que os CLPs recebem, processam e geram. Junto a isso, também é exigido do candidato o conhecimento a respeito de sensores e atuadores presentes em plantas industriais diversas. Vamos aproveitar a questão e conceituar cada dispositivo citado e revisar alguns conceitos.

**Sinais contínuos:** em linhas gerais são aqueles que possuem **amplitude definida para todo e qualquer valor da variável independente**, por exemplo, o sinal elétrico presente nas linhas de transmissões de energia.

**Sinais discretos:** são aqueles cuja **amplitude é definida exclusivamente para valores pré-estabelecidos da variável independente**, por exemplo, o sinal emitido por uma botoeira ao ser pressionada. Vamos agora analisar os dispositivos apresentados na questão.

**Medidores de fluxo e acelerômetros são sensores, já que coletam informações**, ou seja, são dispositivos de entrada de dados. Os medidores de fluxo, ou medidores de vazão, avaliam em qualquer instante de tempo o fluxo de determinada substância. Perceba que o fluxo pode ser requerido em qualquer instante de tempo, ou seja, o fluxo é uma variável continua no tempo (mesmo em situações em que o fluxo é 0 (zero) ele esta sendo medido). O mesmo se aplica aos acelerômetros, que em função da aceleração medida ele fornece dados relativos a velocidade e posição de um corpo em qualquer instante de tempo. Diante disso, verifica-se que tais dispositivos recebem apenas sinais contínuos no tempo, fazendo da alternativa A nosso gabarito. As **chaves de fim de curso são sensores eletromecânicos que coletam informações referentes a apenas situações específicas**, ou seja, elas indicam determinados limites específicos estabelecidos em projetos. Por exemplo, acione uma trava quando a chave de fim de curso for excitada. O mesmo se aplica para as **botoeiras**



**de emergência, as quais emitem apenas um pulso quando pressionadas** de modo a interromper o fluxo de corrente elétrica fazendo com que o sistema pare de funcionar.

Os **disjuntores e relés** também apresentam comportamento semelhante. Eles **mudam de estado (comutam) quando excitados por um sinal de entrada**, emitindo um pulso naquele instante de tempo.

Por fim, os **encoders óticos**, têm seu princípio de funcionamento baseado em um sistema métrico devidamente calibrado e integrado a sensores de luminosidade que **coletam pulsos de luz em instantes de tempo determinados**, fornecendo informações acerca da posição de um objeto que se queira avaliar. Todos os dispositivos citados recebem e emitem **sinais discretos**, pois avaliam os dados de entrada apenas em instantes específicos.

**Gabarito: Letra A**



6. (NC-UFPR - 2019 - ITAIPU BINACIONAL - Profissional de Nível Universitário Jr - Engenharia Eletrônica) O Controlador Lógico Programável (CLP) é uma espécie de computador projetado para o ambiente industrial (chão de fábrica), tendo seu desenvolvimento ocorrido pela demanda existente na indústria automobilística nos Estados Unidos, na década de 1970, especificamente na GM. A respeito do assunto, considere as seguintes afirmativas:

1. Os sensores analógicos fornecem um sinal analógico de saída e geralmente são conectados a entradas analógicas do CLP. Os sensores indutivos são um tipo de sensor analógico que atuam baseados no princípio da variação da indutância de uma bobina.
2. Para a detecção de curtas distâncias, são utilizados os sensores de proximidade ópticos, enquanto que para longas distâncias utilizam-se os sensores indutivos ou capacitivos. Os sensores de proximidades ópticos podem detectar uma ampla diversidade de materiais, como metálicos ou porosos.
3. A Norma IEC 61131-3 trata das linguagens de programação para CLP.
4. A linguagem de Lista de Instruções (LI) assemelha-se ao assembly, pela definição de mnemônicos que representam operações lógicas booleanas e comandos de transferência de dados.

Assinale a alternativa correta.

- A) Somente a afirmativa 3 é verdadeira.
- B) Somente as afirmativas 1 e 2 são verdadeiras.
- C) Somente as afirmativas 2 e 4 são verdadeiras.
- D) Somente as afirmativas 1, 3 e 4 são verdadeiras.
- E) As afirmativas 1, 2, 3 e 4 são verdadeiras.

#### Comentários:

Vamos analisar cada assertiva.

**I - CERTA.** A assertiva apresenta corretamente o conceito de sensores analógicos e cita um excelente exemplo: sensores indutivos.

**II - ERRADA.** A assertiva inverte em todo os conceitos. O certo seria: Para a detecção de curtas distâncias, são utilizados os sensores **indutivos ou capacitivos**, enquanto que para longas distâncias utilizam-se os sensores **de proximidade ópticos**. Os sensores de proximidades ópticos podem detectar uma ampla



diversidade de materiais, como metálicos ou porosos, enquanto que os **indutivos ou capacitivos** se limitam a detectar materiais metálicos condutores.

**III - CERTA.** Exatamente isso. A Norma IEC 61131-3 trata das linguagens de programação para CLP.

**IV - CERTA.** De fato a linguagem denominada Lista de Instruções deriva do *assembly* ou linguagem de máquina. Este tipo de linguagem tem como principal vantagem o baixo custo computacional dos algoritmos por ela desenvolvidos, o que a torna fortemente recomendável para processos simples ou para pequenas tratativas no algoritmo.

**Gabarito: Letra D**



7. (CESPE / CEBRASPE - 2010 - EMBASA - Engenheiro Eletricista) O CLP é um computador dedicado ao controle e à automação de sistemas. Para programá-lo, o diagrama ladder (diagrama de relés) é muito utilizado. Acerca desse assunto, julgue o item seguinte.

Um CLP possui somente circuitos combinacionais.

( ) CERTO

( ) ERRADO

#### Comentários:

A **afirmação está errada**. Porém, vamos aproveitar a questão para conceituar circuitos combinacionais e circuitos sequenciais.

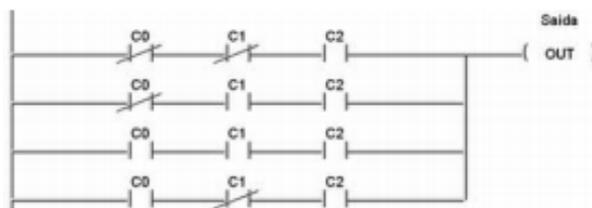
**Circuitos Combinacionais** são circuitos que realizam operações lógicas a partir de entradas e saídas **definidas**. O resultado da operação é determinado exclusivamente pela configuração das entradas e saídas. Normalmente, os circuitos combinacionais são implementados através de lógica de portas digitais e circuitos integrados lógicos. Estes circuitos são os mais utilizados, visto que quaisquer combinações de operações lógicas são exemplos desse tipo de circuitos.

Já os **Circuitos Sequenciais** são circuitos que realizam operações lógicas a partir de entradas e saídas definidas e também do estado **anterior do circuito**. O resultado da operação é determinado pela configuração das entradas e saídas e pelo estado anterior do circuito. Normalmente, os circuitos sequenciais são implementados através de contadores, temporizadores, flip-flops e outros circuitos lógicos. Portanto, um CLP possui além dos circuitos combinacionais, circuitos sequenciais.

**Gabarito: ERRADO**



8. (CESPE / CEBRASPE - 2010 - EMBASA - Engenheiro Eletricista) O CLP é um computador dedicado ao controle e à automação de sistemas. Para programá-lo, o diagrama ladder (diagrama de relés) é muito utilizado. Acerca desse assunto, julgue o item seguinte.



A saída do CLP a seguir é independente dos estados lógicos de C0 e de C1.

( ) CERTO

( ) ERRADO

**Comentários:**

A questão exige do candidato o conhecimento da Linguagem Ladder e sua aplicação. A **afirmativa é verdadeira**.

Primeiro **vale lembrar que o processo de leitura do código pelo CLP é de cima para baixo e da esquerda (sua esquerda meu caro aluno) para a direita**. Portanto, na primeira linha, verifica-se que C0 e C1 estão no estado NF (normalmente fechado) o que permite a passagem de corrente elétrica diretamente, ficando a saída (OUT) dependendo apenas de C2. Na segunda linha a saída depende de C1 e C2, na terceira linha a saída depende de C0, C1 e C2 e por fim na quarta linha a saída depende de C0 e C2.

No entanto, **notem que as linhas estão em paralelo e diante disso a saída (OUT) é independente das entradas C0 e C1**, pois quaisquer combinações de estado das variáveis de entrada refletem sempre em alguma das linhas uma situação em que a saída (OUT) ficará independente de C0 e C1.

Vejamos uma combinação hipotéticas:

- C0 recebe valor lógico 1 e comuta; C1 recebe valor lógico 0 e não comuta; o estado lógico de C2 não importa para esta análise. Percebam que nesta situação hipotética, na primeira linha C0 passa a impedir a passagem da corrente visto que devido a sua comutação passou a ser NA. Em contrapartida na quarta linha C0 comuta para NF de modo a permitir a passagem da corrente elétrica. Como C0



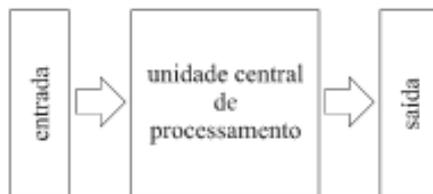
está em série com C1 (que na linha quatro permanece em seu estado NF) a corrente elétrica flui até C2.

Assim, **quaisquer combinações de estados lógicos para C0 e C1 não irá interferir na saída (OUT).**

**Gabarito: CERTO**



9. (CESPE - 2019 - TRE-BA - Técnico Judiciário - Telecomunicações e Eletricidade)



A figura acima ilustra a estrutura básica de um controlador lógico programável (CLP). A respeito dessa estrutura e do funcionamento de um CLP, julgue o item a seguir.

Na unidade central de processamento (UCP), os cartões de entrada e de saída são os elementos responsáveis pelo processamento das informações do CLP. Para essa finalidade, esses componentes fazem uso de dados que são armazenados em memórias específicas localizadas na UCP.

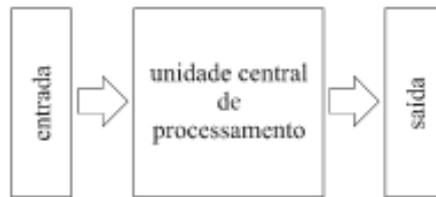
**Comentários:**

A questão tenta confundir o candidato misturando os conceitos. **Os cartões de entrada e saída não são responsáveis pelo processamento das informações, pois tal função é da Unidade Central de Processamento (UCP)**, o que já macula a questão. Porém, existem outros erros. Os cartões de entrada e saída são responsáveis por receber e produzir, respectivamente, os dados. Além disso, o armazenamento das informações é feito nos dispositivos de memória. Lembrando que **dados de armazenamento permanente** (código, condições iniciais, etc.) **ficam na memória não volátil do CLP, enquanto que os dados temporários ficam na memória volátil**. Portanto, a UCP não é responsável pelo armazenamento de dados, mas sim pelo processamento dos dados armazenados (temporários ou permanentes).

**Gabarito: ERRADO**



10. (CESPE - 2019 - TRE-BA - Técnico Judiciário - Telecomunicações e Eletricidade)



A figura acima ilustra a estrutura básica de um controlador lógico programável (CLP). A respeito dessa estrutura e do funcionamento de um CLP, julgue o item a seguir.

Os sinais de entrada e saída, como na estrutura mostrada, podem ser digitais, mas somente os de entrada podem ser analógicos.

( ) CERTO

( ) ERRADO

**Comentários:**

A questão é **claramente errada**. Estudamos que tanto os **dados de entrada e saída de um CLP podem ser tanto analógicos quanto digitais**. O que geralmente acontece é que a quantidade de portas digitais é em regra maiores que o número de portas analógicas.

**Gabarito: ERRADO**



### 11. (CESPE - 2015 - FUB - Técnico em Eletroeletrônica)

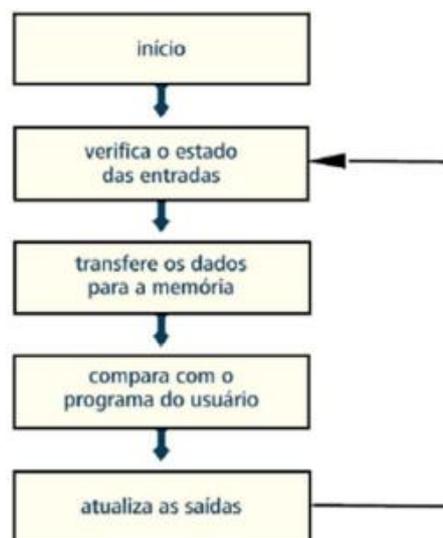
Em relação aos princípios de funcionamento e à estrutura interna de um CLP, julgue o item que se segue. Durante o ciclo de varredura executado pelo CLP, não são feitas transferências de dados para a memória.

( ) CERTO

( ) ERRADO

#### Comentários:

A questão versa sobre o ciclo de funcionamento de um CLP. Diante disso, vale a pena lembrar do fluxo de operações genéricas de um CLP, o qual pode ser representado pela figura abaixo:



Alisando a figura, verifica-se que **a segunda etapa do ciclo de funcionamento de um CLP consiste na transferência dos dados para a memória do CLP**. Assim, podemos assinalar como falsa a afirmação feita pela banca.

**Gabarito: ERRADO**



12. (CESPE - 2015 - FUB - Técnico em Eletroeletrônica) Em relação aos princípios de funcionamento e à estrutura interna de um CLP, julgue o item que se segue.

Em sua inicialização, o CLP executa operações pré-programadas, tais como a verificação do funcionamento da unidade central de processamento, das memórias e a desativação de todas as saídas.

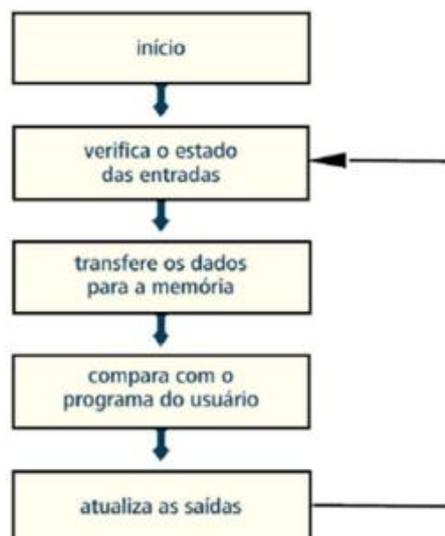
( ) CERTO

( ) ERRADO

#### Comentários:

A questão trata novamente sobre o ciclo de funcionamento de um CLP. A figura abaixo ilustra tal ciclo de funcionamento e será utilizada para responder a questão.

\* Nota: Perceba meu caro aluno que novamente é exigido conhecimentos acerca do ciclo de funcionamento do CLP. Portanto, é recomendável a memorização e o entendimento das etapas que são bem definidas na figura.



A assertiva trata da **primeira etapa do ciclo de funcionamento**: processo de **inicialização** do CLP. É importante ressaltar que na inicialização, **antes da coleta de dados e monitoramento das variáveis**, o CLP executa as operações pré-programadas (checagem de energização das portas de entrada e saída, status de variáveis, etc.), além de **testar o funcionamento da CPU e módulos de memória**, bem como a **desativação**



**de todas as saídas.** Esta última etapa é fundamental para evitar erros de inicialização, pois em muitos casos ficam presentes parâmetros residuais nas portas de saída.

**Gabarito: CERTO**



**13. (CESPE - 2015 - FUB - Técnico em Eletroeletrônica) Em relação aos princípios de funcionamento e à estrutura interna de um CLP, julgue o item que se segue. Na Memória Imagem das entradas/saídas, são registrados os estados de cada uma das entradas ou saídas do CLP.**

( ) CERTO

( ) ERRADO

**Comentários:**

A assertiva está correta, pois é exatamente isso que acontece na memória imagem das entradas/saídas. Todos os estados devem ser inicialmente registrados.

**Gabarito: CERTO**



14. (CETRO - 2015 - AMAZUL - Engenheiro Eletricista ) Os Controladores Lógicos Programáveis (CLPs) vieram para substituir os componentes eletroeletrônicos de acionamento, e a linguagem utilizada na sua programação é similar à linguagem de diagramas lógicos de acionamento. Essa linguagem é denominada LADDER, que permite que se desenvolvam lógicas combinacionais, sequenciais e circuitos. Sendo assim, é correto afirmar que o símbolo de programação de contato aberto é

- A) 
- B) 
- C) 
- D) 
- E) 

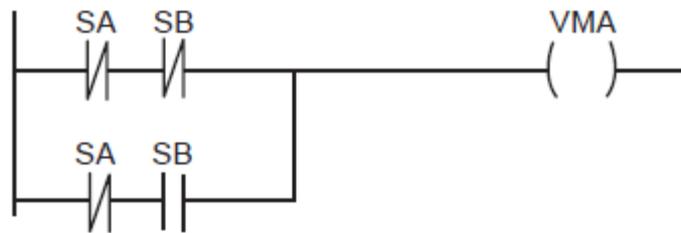
**Comentários:**

A questão exige do candidato conhecimentos básicos da Linguagem Ladder de Programação de CLPs. A única alternativa que poderia causar dúvida seria a letra C. No entanto, ela representa a bobina (saída) aberta. Atenção para não confundir.

**Gabarito: Letra A**



15. (CESGRANRIO - 2018 - Petrobras - Técnico de Manutenção Júnior - Instrumentação ) Um trecho de uma programação em Ladder de um processo de destilação está presente na Figura abaixo.



Um operador pretende desligar um motor elétrico que é acionado pela bobina VMA. Dessa forma, o operador terá que executar:

- A) SA = 0 e SB = 0
- B) SA = 0
- C) SA = 1
- D) SB = 0
- E) SB = 1

#### Comentários:

A questão exige do candidato conhecimento sobre a Linguagem Ladder de Programação e também de suas aplicações. O código apresenta na parte superior da primeira linha os contatos SA e SB em série e com seus estados iniciais NF (normalmente fechado). Já na parte inferior da primeira linha, formando uma relação lógica de disjunção simples (paralelo) com a parte superior, o contato SA normalmente fechado em série com o SB normalmente aberto. A questão quer saber o que o operador da planta deve executar para desenergizar a bobina VMA. Ora, **percebam que se alterarmos o estado lógico do contato SA para ativo, ou seja, SA = 1, não haverá passagem da corrente elétrica em nenhuma estrutura do código.** Portanto, basta **comutar o contato SA para desligar o motor que é acionado pela bobina VMA.**

Gabarito: Letra C

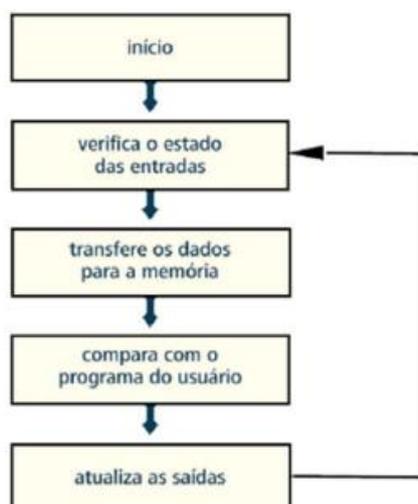


16. (CESGRANRIO - 2018 - Transpetro - Engenheiro Júnior - Automação) O programa de um CLP (Controlador Lógico Programável) é executado como parte de um processo repetitivo chamado de Ciclo de Varredura. NÃO faz parte desse ciclo a(o)

- A) leitura das entradas
- B) execução do programa
- C) execução do ciclo de inicialização
- D) atualização das saídas
- E) processamento de solicitações de comunicação

#### Comentários:

Questão que trata novamente sobre o ciclo de funcionamento do CLP e especificamente do ciclo de varredura. Cuidado para não misturar os conceitos. O **ciclo de funcionamento de um CLP contempla todas as etapas, inclusive a de inicialização**. Já o **ciclo de varredura NÃO contempla a etapa de inicialização**. A Figura a seguir faz esta distinção.

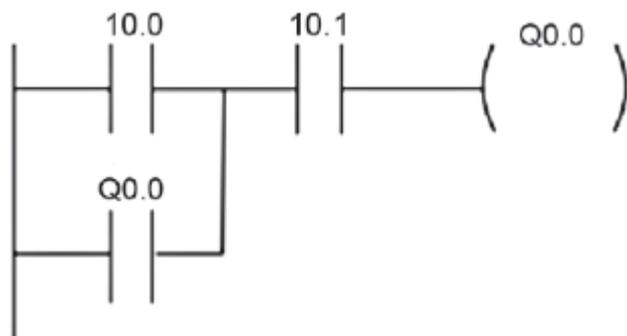


A partir da figura, verifica-se que o ciclo de varredura é referente às etapas de efetivo funcionamento do código. Além disso, é muito importante enfatizar que a etapa de inicialização do CLP acontece uma única vez em cada ciclo de funcionamento, ou seja, todas as verificações e ações realizadas na etapa de inicialização acontecem apenas uma vez. No entanto, as outras etapas acontecem em processos repetitivos e por isso fazem parte do ciclo de varredura do CLP.

Gabarito: Letra C



17. (CESGRANRIO - 2018 - Transpetro - Engenheiro Júnior - Automação) O diagrama de um programa em linguagem Ladder, mostrado na Figura abaixo, representa o controle de acionamento de um motor. Esse programa foi carregado em um CLP (Controlador Lógico Programável).



Sabe-se que 10.0 é referente a um botão de PARTIR normalmente aberto, que 10.1 é referente a um botão de PARAR normalmente fechado, e que Q0.0 é uma saída normalmente aberta, ligada a um contato que precisa ser energizado para ligar um motor. Nessas configurações, qual é a função de ter Q0.0 em paralelo a 10.0 no diagrama?

- A) Ser uma alternativa para a partida do motor, mesmo com o botão PARAR acionado.
- B) Manter o motor ligado após o botão de PARTIR ser acionado e depois ser liberado.
- C) Desligar o motor, caso o botão de PARTIR seja acionado após o motor estar funcionando.
- D) Manter o motor ligado, independentemente do acionamento dos botões de PARTIR e PARAR.
- E) Na configuração estabelecida, não apresenta função.

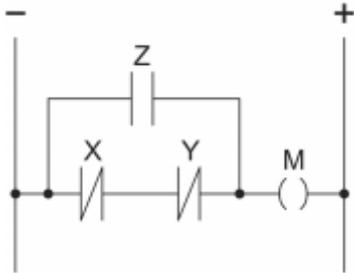
#### Comentários:

A questão versa sobre lógica de programação e Linguagem Ladder. Vale destacar que a Figura não apresenta a simbologia correspondente com a sintaxe especificada no texto, ou seja, o candidato deve ter conhecimento sobre o funcionamento de contatos e suas variações como: NA (normalmente aberto) e NF (normalmente fechado). Diante disso, após fazer as devidas associações indicadas no comando da questão e analisar o fragmento de código em Ladder, nota-se que foi feito o chamado "**contato selo**". **Colocar Q0.0 em paralelo com o 10.0 tem a função de manter o motor funcionando após a botoeira ser liberada.** Veja que se retirarmos o Q0.0 em paralelo com 10.0, o motor só iria se manter ligado enquanto a botoeira estiver sendo pressionada. Para contornar esse problema utiliza o contato selo conforme apresentado.

Gabarito: Letra B



18. (FCC - 2018 - EMAE-SP - Mecânico de Manutenção) O evento M, que corresponde ao acionamento de um atuador em uma planta automatizada, deverá ocorrer segundo os sensores binários X, Y e Z, conforme apresentado no diagrama abaixo:



Em posse de tais informações, a expressão lógica equivalente de M será

A)  $Z + \overline{X + Y}$ .

B)  $Z \cdot (\overline{X} + \overline{Y})$ .

C)  $Z + X \cdot Y$ .

D)  $Z \cdot \overline{X + Y}$ .

E)  $Z \cdot (X + Y)$ .

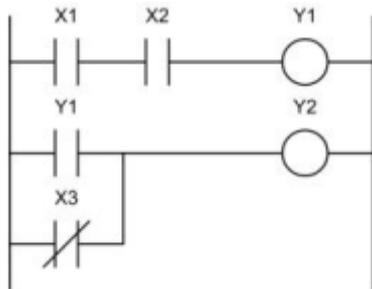
#### Comentários:

A questão exige do candidato conhecimento de Linguagem Ladder de Programação, lógica de programação e operações lógicas. Dado que **os sensores são binários e que o contato normalmente aberto Z está em paralelo com os contatos X e Y normalmente fechado e em série entre si**, fazemos a conversão lógica. Sabendo que **contatos em paralelo são representados pela disjunção simples (+) e que contatos em série pela conjunção (.)** podemos eliminar as alternativas B, D e E. Em seguida, verificamos que a letra A é a resposta correta. Importante salientar que a operação lógica  $(\overline{X}) \cdot (\overline{Y})$  é equivalente a  $\overline{X \cdot Y}$ .

**Gabarito: Letra A**



**19. (FGV - 2016 - COMPESA - Assistente de Saneamento e Gestão - Técnico Operacional - Habilitação em Eletrônica) Analise o diagrama LADDER apresentado a seguir.**



A respeito da figura acima, analise as afirmativas a seguir.

- I. A saída Y2 somente estará acionada se as entradas X1 e X2 estiverem acionadas.
- II. Se a entrada X1 não estiver acionada, a saída Y1 também não estará acionada.
- III. A saída Y2 não estará acionada se a entrada X3 estiver acionada.

Está correto o que se afirma em:

- A) I, apenas.
- B) II, apenas.
- C) III, apenas.
- D) I e II, apenas.
- E) II e III, apenas.

**Comentários:**

A questão exige conhecimento de Linguagem Ladder e programação de CLPs. Vamos analisar cada alternativa.



I - **ERRADA**. A saída Y2 poderá ser acionada se: X1 for acionada; ou se X1 não for acionada e X3 permanecer como NF (normalmente fechado). Portanto a afirmação é falsa.

II - **CERTO**. Exatamente isso. Y1 depende do acionamento simultâneo de X1 e X2, pois estes estão em série.

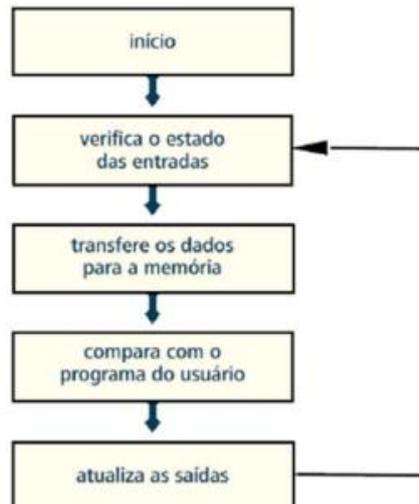
III - **ERRADO**. A saída Y2 poderá ser acionada se: X1 for acionada; ou se X1 não for acionada e X3 permanecer como NF (normalmente fechado). No entanto, ATENÇÃO! Ao afirmar que ao acionar o contato X3 a saída Y2 não estará acionada a banca considera a afirmação factual, ou seja, sem a possibilidade de o X1 ser acionado.

**Gabarito: Letra B**



## LISTA DE QUESTÕES

1. (FGV - 2021 - IMBEL - Engenheiro Mecatrônico) O CLP é um equipamento eletrônico digital, com hardware e software adequados para as aplicações industriais. A figura abaixo apresenta um diagrama de blocos de seu funcionamento:



A respeito do controle e processamento das entradas e saídas, assinale a afirmativa correta.

- A) O procedimento de leitura das entradas para verificar se algo foi acionado consome alguns segundos no controle.
- B) A leitura do estado das entradas, após o ciclo de varredura é apagada.
- C) A execução do programa do usuário é realizada após a desativação das saídas.
- D) O CLP atualiza a memória imagem das saídas, e na sequência atualiza as interfaces ou módulos de saída, para iniciar um novo ciclo de varredura.
- E) Ao ser ligado, todas as entradas são desativadas.



2. (UFCG - 2019 - UFCG - Engenheiro - Elétrico) O Controlador Lógico Programável (CLP), do inglês PLC (Programmable Logic Controller), é definido como dispositivo capaz de armazenar instruções destinadas a sistemas automatizados. É uma característica do CLP:

#### Alternativas

- A) Ser inadequado às funções de controle.
- B) Possuir grande limitação na realização de cálculos.
- C) Possuir recursos para comunicação em rede.
- D) Não possuir unidade central de processamento.
- E) Não ser recomendável na manipulação de dados.



- 3. (FCC - 2019 - Prefeitura de São José do Rio Preto - SP - Engenheiro Eletricista) Um controlador lógico programável possui uma arquitetura de hardware modular e é programável em algumas linguagens padronizadas. Alguns dos módulos e linguagens de programação típicas são:**
- A) módulo de excitação rotativa e módulo de gerador síncrono, e linguagens Sequential Flow Chart (SFC) e lista de instruções (IL).
  - B) módulo de excitação rotativa e módulo de CPU, e linguagens de diagramas de blocos funcionais (FBD) e C++.
  - C) módulo de gerador síncrono e módulo de entradas e saídas analógicas, e linguagens Python e C++.
  - D) módulo fonte e módulo de entradas e saídas analógicas, e linguagens Python e texto estruturado (ST).
  - E) módulo de fonte e módulo de CPU, e linguagens de diagramas de blocos funcionais (FBD) e LADDER.



4. (FUNDEP (Gestão de Concursos) - 2020 - DMAE - MG - Engenheiro Eletricista) Os CLPs (controladores lógicos programáveis) são amplamente utilizados na indústria para a automação e o controle dos mais diversos tipos de processos.

Assinale a alternativa que apresenta linguagens de programação definidas pela Norma IEC 61131.

- A) Python e Texto estruturado
- B) FBD e SFC
- C) C++ e Lista de instruções
- D) Ladder e VHDL



5. (COVEST-COPSET - 2019 - UFPE - Técnico em Mecânica) Nos sistemas de automação industrial, podemos ter o controle de processos contínuos, discretos ou, mais comumente, a mistura de ambos. Em qual das alternativas abaixo, constam apenas dispositivos que geram ou recebem sinais contínuos?

- A) Medidores de fluxo e acelerômetros.
- B) Chaves fim-de-curso e botões de emergência.
- C) Encoders óticos.
- D) Cabeçotes apalpadores.
- E) Disjuntores e relés.



**6. (NC-UFPR - 2019 - ITAIPU BINACIONAL - Profissional de Nível Universitário Jr - Engenharia Eletrônica) O Controlador Lógico Programável (CLP) é uma espécie de computador projetado para o ambiente industrial (chão de fábrica), tendo seu desenvolvimento ocorrido pela demanda existente na indústria automobilística nos Estados Unidos, na década de 1970, especificamente na GM. A respeito do assunto, considere as seguintes afirmativas:**

1. Os sensores analógicos fornecem um sinal analógico de saída e geralmente são conectados a entradas analógicas do CLP. Os sensores indutivos são um tipo de sensor analógico que atuam baseados no princípio da variação da indutância de uma bobina.
2. Para a detecção de curtas distâncias, são utilizados os sensores de proximidade ópticos, enquanto que para longas distâncias utilizam-se os sensores indutivos ou capacitivos. Os sensores de proximidades ópticos podem detectar uma ampla diversidade de materiais, como metálicos ou porosos.
3. A Norma IEC 61131-3 trata das linguagens de programação para CLP.
4. A linguagem de Lista de Instruções (LI) assemelha-se ao assembly, pela definição de mnemônicos que representam operações lógicas booleanas e comandos de transferência de dados.

Assinale a alternativa correta.

- A) Somente a afirmativa 3 é verdadeira.
- B) Somente as afirmativas 1 e 2 são verdadeiras.
- C) Somente as afirmativas 2 e 4 são verdadeiras.
- D) Somente as afirmativas 1, 3 e 4 são verdadeiras.
- E) As afirmativas 1, 2, 3 e 4 são verdadeiras.



7. (CESPE / CEBRASPE - 2010 - EMBASA - Engenheiro Eletricista) O CLP é um computador dedicado ao controle e à automação de sistemas. Para programá-lo, o diagrama ladder (diagrama de relés) é muito utilizado. Acerca desse assunto, julgue o item seguinte.

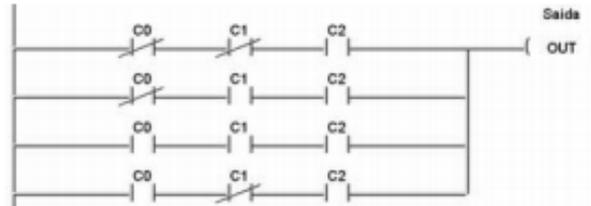
Um CLP possui somente circuitos combinacionais.

( ) CERTO

( ) ERRADO



8. (CESPE / CEBRASPE - 2010 - EMBASA - Engenheiro Eletricista) O CLP é um computador dedicado ao controle e à automação de sistemas. Para programá-lo, o diagrama ladder (diagrama de relés) é muito utilizado. Acerca desse assunto, julgue o item seguinte.



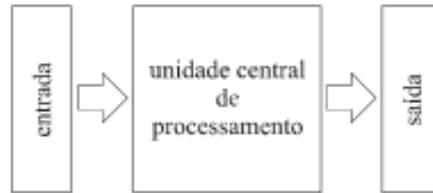
A saída do CLP a seguir é independente dos estados lógicos de C0 e de C1.

( ) CERTO

( ) ERRADO



9. (CESPE - 2019 - TRE-BA - Técnico Judiciário - Telecomunicações e Eletricidade)

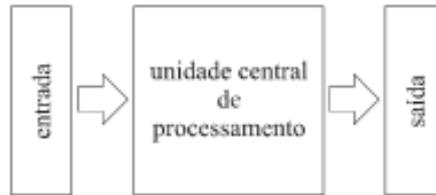


A figura acima ilustra a estrutura básica de um controlador lógico programável (CLP). A respeito dessa estrutura e do funcionamento de um CLP, julgue o item a seguir.

Na unidade central de processamento (UCP), os cartões de entrada e de saída são os elementos responsáveis pelo processamento das informações do CLP. Para essa finalidade, esses componentes fazem uso de dados que são armazenados em memórias específicas localizadas na UCP.



10. (CESPE - 2019 - TRE-BA - Técnico Judiciário - Telecomunicações e Eletricidade)



A figura acima ilustra a estrutura básica de um controlador lógico programável (CLP). A respeito dessa estrutura e do funcionamento de um CLP, julgue o item a seguir.

Os sinais de entrada e saída, como na estrutura mostrada, podem ser digitais, mas somente os de entrada podem ser analógicos.

( ) CERTO

( ) ERRADO



**11. (CESPE - 2015 - FUB - Técnico em Eletroeletrônica)**

Em relação aos princípios de funcionamento e à estrutura interna de um CLP, julgue o item que se segue.  
Durante o ciclo de varredura executado pelo CLP, não são feitas transferências de dados para a memória.

( ) CERTO

( ) ERRADO



12. (CESPE - 2015 - FUB - Técnico em Eletroeletrônica) Em relação aos princípios de funcionamento e à estrutura interna de um CLP, julgue o item que se segue.

Em sua inicialização, o CLP executa operações pré-programadas, tais como a verificação do funcionamento da unidade central de processamento, das memórias e a desativação de todas as saídas.

CERTO

ERRADO



13. (CESPE - 2015 - FUB - Técnico em Eletroeletrônica) Em relação aos princípios de funcionamento e à estrutura interna de um CLP, julgue o item que se segue. Na Memória Imagem das entradas/saídas, são registrados os estados de cada uma das entradas ou saídas do CLP.

( ) CERTO

( ) ERRADO

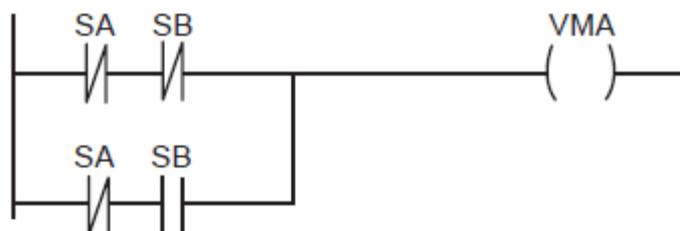


14. (CETRO - 2015 - AMAZUL - Engenheiro Eletricista ) Os Controladores Lógicos Programáveis (CLPs) vieram para substituir os componentes eletroeletrônicos de acionamento, e a linguagem utilizada na sua programação é similar à linguagem de diagramas lógicos de acionamento. Essa linguagem é denominada LADDER, que permite que se desenvolvam lógicas combinacionais, sequenciais e circuitos. Sendo assim, é correto afirmar que o símbolo de programação de contato aberto é

- A) 
- B) 
- C) 
- D) 
- E) 



15. (CESGRANRIO - 2018 - Petrobras - Técnico de Manutenção Júnior - Instrumentação ) Um trecho de uma programação em Ladder de um processo de destilação está presente na Figura abaixo.



Um operador pretende desligar um motor elétrico que é acionado pela bobina VMA. Dessa forma, o operador terá que executar:

- A) SA = 0 e SB = 0
- B) SA = 0
- C) SA = 1
- D) SB = 0
- E) SB = 1

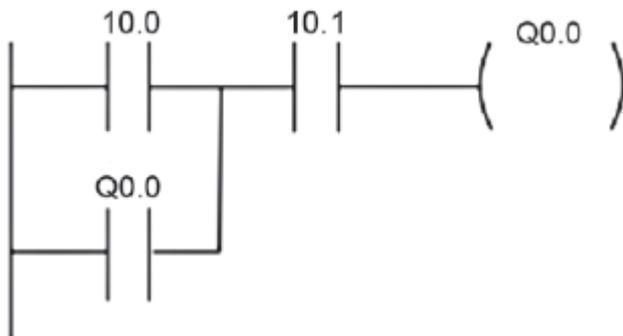


**16. (CESGRANRIO - 2018 - Transpetro - Engenheiro Júnior - Automação) O programa de um CLP (Controlador Lógico Programável) é executado como parte de um processo repetitivo chamado de Ciclo de Varredura. NÃO faz parte desse ciclo a(o)**

- A) leitura das entradas
- B) execução do programa
- C) execução do ciclo de inicialização
- D) atualização das saídas
- E) processamento de solicitações de comunicação



17. (CESGRANRIO - 2018 - Transpetro - Engenheiro Júnior - Automação) O diagrama de um programa em linguagem Ladder, mostrado na Figura abaixo, representa o controle de acionamento de um motor. Esse programa foi carregado em um CLP (Controlador Lógico Programável).

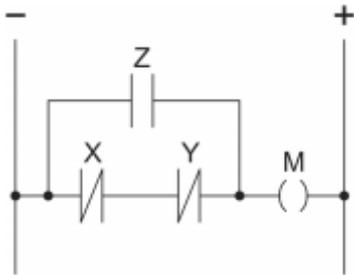


Sabe-se que 10.0 é referente a um botão de PARTIR normalmente aberto, que 10.1 é referente a um botão de PARAR normalmente fechado, e que Q0.0 é uma saída normalmente aberta, ligada a um contato que precisa ser energizado para ligar um motor. Nessas configurações, qual é a função de ter Q0.0 em paralelo a 10.0 no diagrama?

- A) Ser uma alternativa para a partida do motor, mesmo com o botão PARAR acionado.
- B) Manter o motor ligado após o botão de PARTIR ser acionado e depois ser liberado.
- C) Desligar o motor, caso o botão de PARTIR seja acionado após o motor estar funcionando.
- D) Manter o motor ligado, independentemente do acionamento dos botões de PARTIR e PARAR.
- E) Na configuração estabelecida, não apresenta função.



18. (FCC - 2018 - EMAE-SP - Mecânico de Manutenção) O evento M, que corresponde ao acionamento de um atuador em uma planta automatizada, deverá ocorrer segundo os sensores binários X, Y e Z, conforme apresentado no diagrama abaixo:

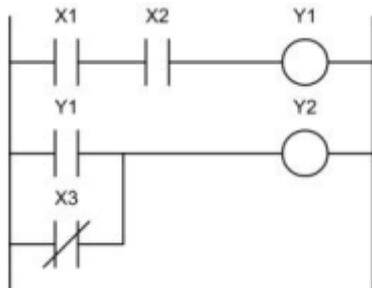


Em posse de tais informações, a expressão lógica equivalente de M será

- A)  $Z + \overline{X + Y}$ .
- B)  $Z \cdot (\overline{X} + \overline{Y})$ .
- C)  $Z + X \cdot Y$ .
- D)  $Z \cdot \overline{X + Y}$ .
- E)  $Z \cdot (X + Y)$ .



19. (FGV - 2016 - COMPESA - Assistente de Saneamento e Gestão - Técnico Operacional - Habilitação em Eletrônica) Analise o diagrama LADDER apresentado a seguir.



A respeito da figura acima, analise as afirmativas a seguir.

- I. A saída Y2 somente estará acionada se as entradas X1 e X2 estiverem acionadas.
- II. Se a entrada X1 não estiver acionada, a saída Y1 também não estará acionada.
- III. A saída Y2 não estará acionada se a entrada X3 estiver acionada.

Está correto o que se afirma em:

- A) I, apenas.
- B) II, apenas.
- C) III, apenas.
- D) I e II, apenas.
- E) II e III, apenas.



# ESSA LEI TODO MUNDO CONHECE: PIRATARIA É CRIME.

Mas é sempre bom revisar o porquê e como você pode ser prejudicado com essa prática.



**1** Professor investe seu tempo para elaborar os cursos e o site os coloca à venda.



**2** Pirata divulga ilicitamente (grupos de rateio), utilizando-se do anonimato, nomes falsos ou laranjas (geralmente o pirata se anuncia como formador de "grupos solidários" de rateio que não visam lucro).



**3** Pirata cria alunos fake praticando falsidade ideológica, comprando cursos do site em nome de pessoas aleatórias (usando nome, CPF, endereço e telefone de terceiros sem autorização).



**4** Pirata compra, muitas vezes, clonando cartões de crédito (por vezes o sistema anti-fraude não consegue identificar o golpe a tempo).



**5** Pirata fere os Termos de Uso, adultera as aulas e retira a identificação dos arquivos PDF (justamente porque a atividade é ilegal e ele não quer que seus fakes sejam identificados).



**6** Pirata revende as aulas protegidas por direitos autorais, praticando concorrência desleal e em flagrante desrespeito à Lei de Direitos Autorais (Lei 9.610/98).



**7** Concurseiro(a) desinformado participa de rateio, achando que nada disso está acontecendo e esperando se tornar servidor público para exigir o cumprimento das leis.



**8** O professor que elaborou o curso não ganha nada, o site não recebe nada, e a pessoa que praticou todos os ilícitos anteriores (pirata) fica com o lucro.



Deixando de lado esse mar de sujeira, aproveitamos para agradecer a todos que adquirem os cursos honestamente e permitem que o site continue existindo.