

TÉCNICO EM ELETROMECAÂNICA



MÓDULO III
ELEMENTOS DE AUTOMAÇÃO INDUSTRIAL



2025 - INEPROTEC

Diretor Pedagógico	EDILVO DE SOUSA SANTOS
Diagramação	MICHEL MARTINS NOGUEIRA
Capa	MICHEL MARTINS NOGUEIRA
Elaboração	INEPROTEC

Direitos Autorais: É proibida a reprodução parcial ou total desta publicação, por qualquer forma ou meio, sem a prévia autorização do INEPROTEC, com exceção do teor das questões de concursos públicos que, por serem atos oficiais, não são protegidas como Direitos Autorais, na forma do Artigo 8º, IV, da Lei 9.610/1998. Referida vedação se estende às características gráficas da obra e sua editoração. A punição para a violação dos Direitos Autorais é crime previsto no Artigo 184 do Código Penal e as sanções civis às violações dos Direitos Autorais estão previstas nos Artigos 101 a 110 da Lei 9.610/1998.

Atualizações: A presente obra pode apresentar atualizações futuras. Esforçamo-nos ao máximo para entregar ao leitor uma obra com a melhor qualidade possível e sem erros técnicos ou de conteúdo. No entanto, nem sempre isso ocorre, seja por motivo de alteração de software, interpretação ou falhas de diagramação e revisão. Sendo assim, disponibilizamos em nosso site a seção mencionada (Atualizações), na qual relataremos, com a devida correção, os erros encontrados na obra e sua versão disponível. Solicitamos, outros sim, que o leitor faça a gentileza de colaborar com a perfeição da obra, comunicando eventual erro encontrado por meio de mensagem para contato@ineprotec.com.br.

VERSÃO 2.0 (01.2025)

Todos os direitos reservados à
Ineprotec - Instituto de Ensino Profissionalizante e Técnico Eireli
Quadra 101, Conjunto: 02, Lote: 01 - Sobreloja
Recanto das Emas - CEP: 72.600-102 - Brasília/DF
E-mail: contato@ineprotec.com.br
www.ineprotec.com.br

Sumário

ABERTURA

SOBRE A INSTITUIÇÃO

- Educação Tecnológica, Inteligente e Eficiente
- Missão
- Visão
- Valores

SOBRE O CURSO

- Perfil profissional de conclusão e suas habilidades
- Quesitos fundamentais para atuação
- Campo de atuação
- Sugestões para Especialização Técnica
- Sugestões para Cursos de Graduação

SOBRE O MATERIAL

- Divisão do Conteúdo
- Boxes

BASE TEÓRICA

INTRODUÇÃO

HISTÓRICO DA AUTOMAÇÃO INDUSTRIAL

- Processos industriais e variáveis de processo
- Grau de flexibilidade nos sistemas de automatizados
 - ✓ Automação rígida
 - ✓ Automação programável
 - ✓ Automação flexível
- Conceitos básicos e terminologia
 - ✓ Processo
 - ✓ Processo automatizado
 - ✓ Variável de processo
 - ✓ Controle de processos
 - ✓ Sensor
 - ✓ Atuador
 - ✓ Controlador Lógico Programável (CLP)
 - ✓ Programas

SENSORES EM AUTOMAÇÃO: CLASSIFICAÇÃO E TIPOS

- Classificação dos sensores
 - ✓ Sensores digitais
 - ✓ Sensores analógicos
- Tipos de sensores e simbologia gráfica
 - ✓ Sensores indutivos
 - ✓ Sensores capacitivos
 - ✓ Sensores magnéticos
 - ✓ Sensores ópticos (fotoelétricos)
 - ✓ Sensor óptico por reflexão difusa
 - ✓ Sensor óptico por retro reflexão
 - ✓ Sensor óptico de barreira direta
 - ✓ Sensores ultrassônicos
 - ✓ Sensores potenciométricos
 - ✓ Sensores de pressão
 - ✓ Sensores de pressão capacitivos
 - ✓ Sensores de pressão piezoelétricos
 - ✓ Sensores de temperatura
 - ✓ Sensores de nível
 - ✓ Sensores de nível ultrassônicos
 - ✓ Sensores de nível por pressão hidrostática
 - ✓ Sensores de vazão
 - ✓ Sensores de vazão tipo turbina
 - ✓ Sensores ópticos de vazão

A AUTOMAÇÃO EM MÁQUINAS

- Relés
- Contatores
- Motores CC
 - ✓ Estator ou campo
 - ✓ Rotor ou armadura
 - ✓ Coletor ou comutador
 - ✓ Escovas
- O princípio de funcionamento do motor CC
 - ✓ Controle pela tensão aplicada na armadura
 - ✓ Controle pela tensão aplicada no campo
 - ✓ Controle pela resistência na armadura (R_a)
 - ✓ Controle pela tensão aplicada na armadura e no campo
- Motores de passo
- Sistemas de supervisão
 - ✓ Principais características de um sistema de supervisão

SESSÕES ESPECIAIS**MAPA DE ESTUDO**

SÍNTESE DIRETA
MOMENTO QUIZ
GABARITO DO QUIZ
REFERÊNCIAS

Módulo III

ELEMENTOS DE AUTOMAÇÃO INDUSTRIAL

Abertura

SOBRE A INSTITUIÇÃO

Educação Tecnológica, Inteligente e Eficiente

O Instituto de Ensino Profissionalizante e Técnico (INEPROTEC) é uma instituição de ensino que valoriza o poder da educação e seu potencial de transformação.

Nascemos da missão de levar educação de qualidade para realmente impactar a vida dos nossos alunos. Acreditamos muito que a educação é a chave para a mudança.

Nosso propósito parte do princípio de que a educação transforma vidas. Por isso, nossa base é a inovação que, aliada à educação, resulta na formação de alunos de grande expressividade e impacto para a sociedade. Aqui no INEPROTEC, o casamento entre tecnologia, didática e interatividade é realmente levado a sério e todos os dias otimizado para constante e contínua evolução.

Missão

A nossa missão é ser símbolo de qualidade, ser referência na área educacional presencial e a distância, oferecendo e proporcionando o acesso e permanência a cursos técnicos, desenvolvendo e potencializando o talento dos estudantes, tornando-os, assim, profissionais de sucesso e cidadãos responsáveis e capazes de atuar como agentes de mudança na sociedade.

Visão

O INEPROTEC visa ser um instituto de ensino profissionalizante e técnico com reconhecimento nacional, comprometido com a qualidade e excelência de seus cursos, traçando pontes para oportunidades de sucesso, tornando-se, assim, objeto de desejo para os estudantes.

Valores

Ciente das qualificações exigidas pelo mercado de trabalho, o INEPROTEC tem uma visão que prioriza a valorização de cursos essenciais e pouco ofertados para profissionais que buscam sempre a atualização e especialização em sua área de atuação.

SOBRE O CURSO

O curso TÉCNICO EM ELETROMECAÂNICA pertence ao Eixo Tecnológico de CONTROLE E PROCESSOS INDUSTRIAIS.

Vejamos algumas informações importantes sobre o curso **TÉCNICO EM ELETROMECAÂNICA** relacionados ao **perfil profissional de conclusão e suas habilidades**, **quesitos fundamentais para atuação**, **campo de atuação** e, também algumas sugestões interessantes para continuação dos estudos optando por **Especializações Técnicas** e/ou **Cursos de Graduação**.

Perfil profissional de conclusão e suas habilidades

- Planejar, controlar e executar a instalação, a manutenção e a entrega técnica de máquinas e equipamentos eletromecânicos industriais, considerando as normas, os padrões e os requisitos técnicos de qualidade, saúde e segurança e de meio ambiente.
- Elaborar projetos de produtos relacionados a máquinas e equipamentos eletromecânicos especificando materiais para construção mecânica e elétrica por meio de técnicas de usinagem e soldagem.
- Realizar inspeção visual, dimensional e testes em sistemas, instrumentos, equipamentos eletromecânicos, pneumáticos e hidráulicos de máquinas.
- Reconhecer tecnologias inovadoras presentes no segmento visando a atender às transformações digitais na sociedade.

Quesitos fundamentais para atuação

- Conhecimentos e saberes relacionados aos processos de planejamento, produção e manutenção de equipamentos eletromecânicos de modo a assegurar a saúde e a segurança dos trabalhadores e dos usuários.
- Conhecimentos e saberes relacionados à sustentabilidade do processo produtivo, às técnicas e aos processos de produção, às normas técnicas, à liderança de equipes, à solução de problemas técnicos e trabalhistas e à gestão de conflitos.

Campo de atuação

- Indústrias com linhas de produção automatizadas, aeroespaciais, automobilística, metalmeccânica e plástico.

- Empresas de manutenção e reparos eletromecânicos, que atuam na instalação, manutenção, comercialização e utilização de equipamentos e sistemas eletromecânicos.

Sugestões para Especialização Técnica

- Especialização Técnica em Programação e Operação de Máquinas CNC.
- Especialização Técnica em Usinagem.
- Especialização Técnica em Desenho Assistido por Computador (CAD).
- Especialização Técnica em Manufatura Assistida por Computador (CAM).
- Especialização Técnica em Eficiência Energética em Edificações.
- Especialização Técnica em Eficiência Energética Industrial.
- Especialização Técnica em Energia Solar Fotovoltaica.
- Especialização Técnica em Energia Eólica.
- Especialização Técnica em Implantação e Comissionamento de Parques Eólicos.
- Especialização Técnica em Instalação Elétrica Predial de Baixa Tensão.
- Especialização Técnica em Biocombustíveis.
- Especialização Técnica em Biogás e Biometano.
- Especialização Técnica em Aproveitamento Energético de Biogás.

Sugestões para Cursos de Graduação

- Curso Superior de Tecnologia em Automação Industrial.
- Curso Superior de Tecnologia em Eletrônica Industrial.
- Curso Superior de Tecnologia em Eletrotécnica Industrial.
- Curso Superior de Tecnologia em Manutenção Industrial.
- Curso Superior de Tecnologia em Mecatrônica Industrial.
- Curso Superior de Tecnologia em Fabricação Mecânica.
- Curso Superior de Tecnologia em Processos Metalúrgicos.
- Bacharelado em Engenharia Eletrônica.
- Bacharelado em Engenharia Elétrica.
- Bacharelado em Engenharia de Automação e Controle.
- Bacharelado em Engenharia Mecatrônica.

- Bacharelado em Engenharia Mecânica.
- Bacharelado em Engenharia de Produção.
- Bacharelado em Engenharia Metalúrgica.

SOBRE O MATERIAL

Os nossos materiais de estudos são elaborados pensando no perfil de nossos cursistas, contendo uma estruturação simples e clara, possibilitando uma leitura dinâmica e com volume de informações e conteúdos considerados básicos, mas fundamentais e essenciais para o desenvolvimento de cada disciplina. Lembrando que nossas apostilas não são os únicos meios de estudo.

Elas, juntamente com as videoaulas e outras mídias complementares, compõem os vários recursos midiáticos que são disponibilizados por nossa Instituição, a fim de proporcionar subsídios suficientes a todos, no processo de ensino-aprendizagem durante o curso.

Divisão do Conteúdo

Este material está estruturado em três partes:

- 1) ABERTURA.
- 2) BASE TEÓRICA.
- 3) SESSÕES ESPECIAIS.

Parte 1 - ABERTURA

- Sobre a Instituição.
- Sobre o Curso.
- Sobre o Material.

Parte 2 – BASE TEÓRICA

- Conceitos.
- Observações.
- Exemplos.

Parte 3 – SESSÕES ESPECIAIS

- Mapa de Estudo.
- Síntese Direta.
- Momento Quiz.

Boxes

Além dessas três partes, no desenvolvimento da BASE TEÓRICA temos alguns BOXES interessantes, com intuito de tornar a leitura mais agradável, mesclando um estudo mais profundo e teórico com pausas pontuais atrativas, deixando a leitura do todo “mais leve” e interativa.

Os BOXES são:

- **VOCÊ SABIA?**



São informações complementares contextualizadas com a base teórica, contendo curiosidades que despertam a imaginação e incentivam a pesquisa.

- **PAUSA PARA REFLETIR...**



Um momento especial para descansar a mente do estudo teórico, conduzindo o cursista a levar seus pensamentos para uma frase, mensagem ou indagação subjetiva que leve a uma reflexão pessoal e motivacional para o seu cotidiano.

- **SE LIGA NA CHARADA!**



Se trata de um momento descontraído da leitura, com a apresentação de enigmas e indagações divertidas que favorecem não só a interação, mas também o pensamento e raciocínio lógico, podendo ser visto como um desafio para o leitor.

Base Teórica

A origem da automação industrial é uma série histórica de fatos científicos e tecnológicos que contribuíram para o atual nível de desenvolvimento da automação industrial serão apresentadas neste capítulo.

Inicialmente, convém salientar que automação é diferente de mecanização. Enquanto a mecanização está baseada na utilização de máquinas para executar determinada tarefa em substituição do esforço físico, a automação possibilita fazer uma tarefa por meio de máquinas que são controladas automaticamente.

Assim, uma definição simples para a automação é a de um sistema de controle pelo qual os mecanismos verificam a sua própria operação, efetuando medições e introduzindo correções, sem a necessidade da intervenção do homem.

HISTÓRICO DA AUTOMAÇÃO INDUSTRIAL

A evolução da automação industrial remete a longos períodos de tempo na história. Desde a pré-história o homem vem desenvolvendo mecanismos e invenções com o intuito de reduzir o esforço físico e auxiliar na realização de atividades. Como exemplo, podemos citar a roda para movimentação de cargas e os moinhos movidos por vento ou força animal.

Entretanto, a automação industrial começou a conquistar destaque na sociedade no século XVIII, com o início da Revolução Industrial, originada na Inglaterra. Devido a uma evolução no modo de produção, o homem passou a produzir mercadorias em maior escala.

Com o objetivo de aumentar a produtividade, diversas inovações tecnológicas foram desenvolvidas no período:

- ✓ Máquinas modernas, capazes de produzir com maior precisão e rapidez quando comparadas ao trabalho manual.
- ✓ Novas fontes energéticas, como o vapor, aplicado a máquinas para substituir a energia hidráulica e/ou muscular.

O primeiro controlador automático com realimentação usado em um processo industrial foi o regulador de esferas de James Watt, desenvolvido em 1769 para controlar a velocidade de um motor a vapor. O dispositivo, mostrado na Figura 1, mede a velocidade do eixo de saída e utiliza o movimento das esferas para controlar a quantidade de vapor que entra no motor através de uma válvula.

O eixo de saída do motor a vapor é conectado por meio de ligações mecânicas e engrenagens cônicas ao eixo do regulador. À medida que a velocidade do eixo de saída do motor a vapor aumenta, os pesos esféricos se elevam e, através de ligações mecânicas, a válvula de vapor se fecha e o motor desacelera. O processo inverso ocorre quando a velocidade do eixo de saída do motor a vapor diminui.

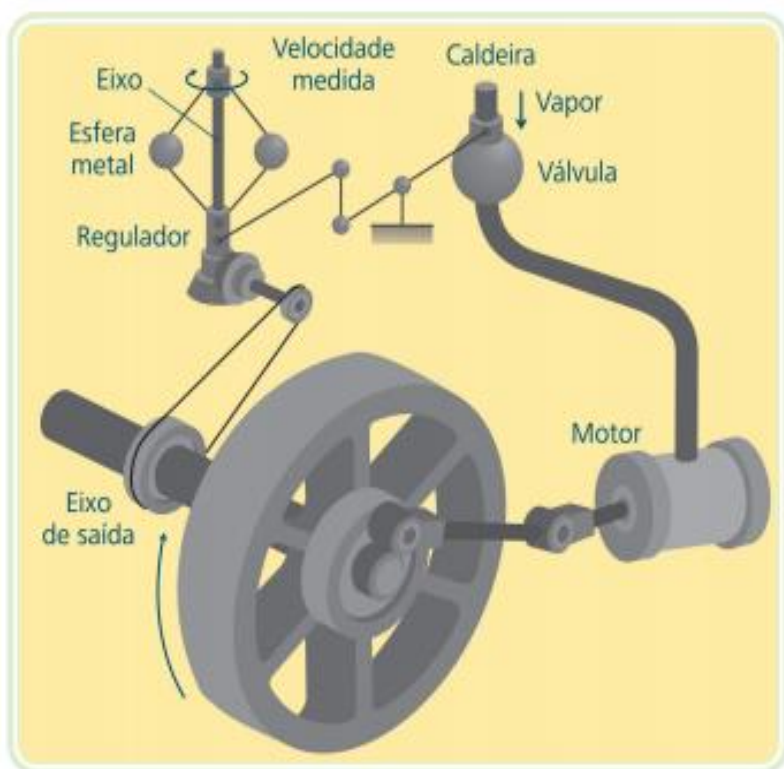


Figura 1: Regulador de fluxo de vapor de Watt.

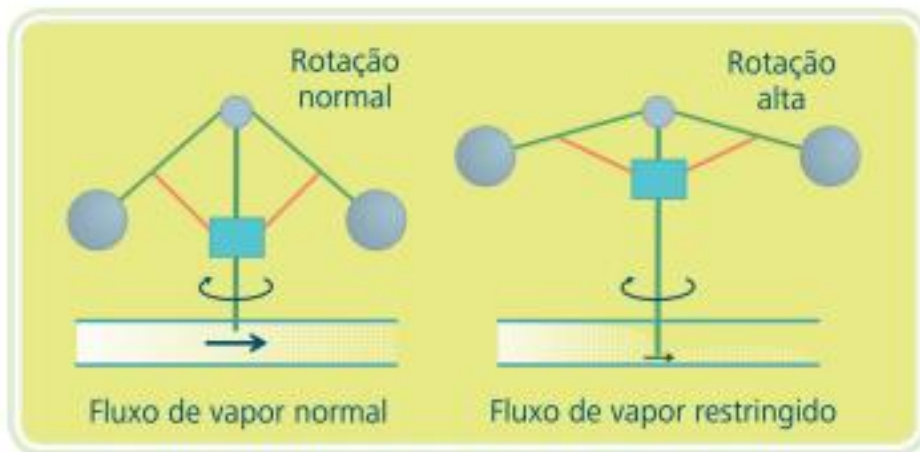


Figura 2: Mecanismo de regulação do fluxo de vapor.

A partir do século XIX, a energia elétrica passou a ser utilizada e a estimular indústrias como a do aço e a química. Novos processos de produção de aço, que aumentam a sua resistência e permitem a sua produção em escala industrial, foram criados. O setor de comunicações passou por avanços significativos com as invenções do telégrafo e do telefone. O setor de transportes também progrediu com a expansão das estradas de ferro, locomotivas a vapor e o crescimento da indústria naval. Outra importante invenção, o motor à explosão, também ocorreu neste período.

No século XX, computadores, servomecanismos e controladores programáveis passaram a fazer parte da automação. Para se chegar aos computadores que usamos atualmente, diversos avanços foram sendo praticados ao longo do tempo, desde o uso de ábacos pelos babilônios, passando pela régua de cálculo (século XVII) e pelos cartões perfurados (século XIX). Durante este período, George Boole desenvolveu a álgebra booleana, que apresenta os princípios binários, os quais são aplicados nas operações internas de computadores. Os computadores constituem a base de toda a tecnologia da automação contemporânea e exemplos de sua aplicação estão presentes em praticamente todas as áreas do conhecimento.

Processos industriais e variáveis de processo

Basicamente, a automação industrial pode ser dividida em duas modalidades quanto aos tipos de processos. São elas:

- 1) Processos da manufatura;
- 2) Processos contínuos.

Os processos da manufatura são aqueles em que existe grande movimentação mecânica de partes. O exemplo mais clássico é a indústria automobilística. Na linha de montagem, há robôs soldadores, esteiras transportadoras e outros sistemas, como mostra a Figura 3. Nos processos da manufatura, as grandezas mais comuns são força, velocidade e deslocamento.



Figura 3: Robôs usados na indústria automobilística.



VOCÊ SABIA?

Cinema, histórias em quadrinhos e livros tornaram muitos robôs famosos. O aparecimento de uma boa linhagem deles começou no cinema nos anos 50. Mas foi com a Lucas Films que diversos robôs adquiriram o status de celebridades como o R2D2 e o C3PO. Outro robô que ficou famoso foi o Robô B9 ou Hobby que contracenava com o pequeno Robin da série Perdidos no Espaço.

Ao contrário dos processos da manufatura, os processos contínuos são caracterizados pela pouca movimentação mecânica de partes. Uma estação de tratamento de água, mostrada na Figura 4, é um exemplo. As grandezas mais comuns nos processos contínuos são temperatura, vazão e pressão.



Figura 4: Estação de tratamento de água.

Existem muitas fábricas em que ambos os processos devem funcionar conjuntamente, por exemplo, a indústria de bebidas, na qual há processos contínuos na produção do líquido e da manufatura no seu envasamento e transporte.

Grau de flexibilidade nos sistemas de automatizados

Outra classificação aceita para os sistemas automatizados de produção está relacionada ao grau de flexibilidade, sendo definidos três tipos básicos:

- 1) Automação rígida.
- 2) Programável.
- 3) Flexível.

A posição relativa dos três tipos de automação para os diferentes volumes e variedades dos produtos é mostrada na figura.

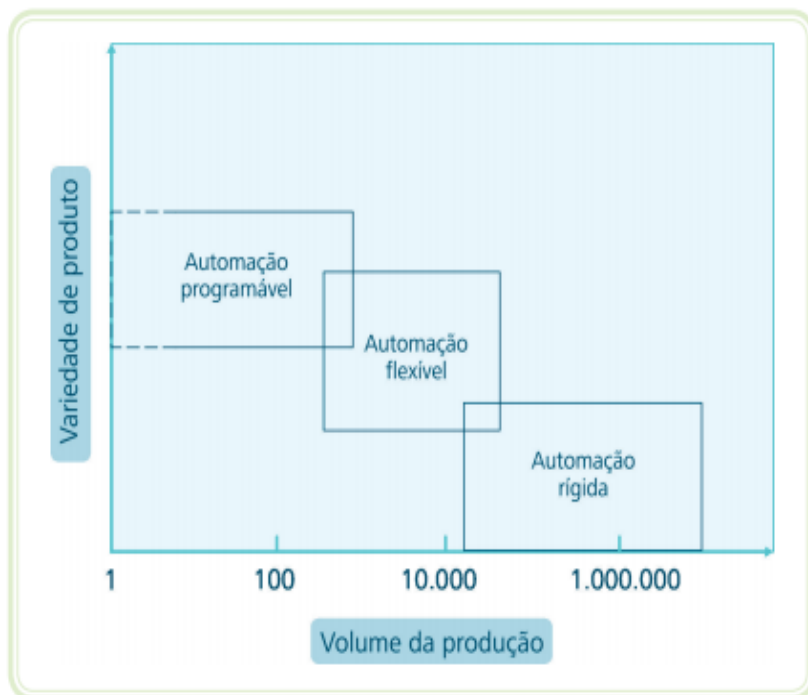


Figura 5: Tipos de automação relativos ao volume de produção e variedade do produto.

Automação rígida

está baseada em uma linha de produção projetada para a fabricação de um produto específico. Apresenta altas taxas de produção e inflexibilidade do equipamento na acomodação da variedade de produção.

Automação programável

o equipamento de produção é projetado com a capacidade de modificar a sequência de operações de modo a acomodar diferentes configurações de produtos, sendo controlado por um programa que é interpretado pelo sistema. Diferentes programas podem ser utilizados para fabricar novos produtos. Esse tipo de automação é utilizado quando o volume de produção de cada item é baixo.

Automação flexível

reúne algumas das características da automação rígida e outras da automação programável. O equipamento deve ser programado para produzir uma variedade de produtos com

algumas características ou configurações diferentes, mas a variedade dessas características é normalmente mais limitada que aquela permitida pela automação programável.



VOCÊ SABIA?

Algumas razões que justificam a automação da produção e da manufatura são as seguintes: aumento da produtividade, redução dos custos do trabalho, minimização dos efeitos da falta de mão de obra qualificada, redução ou eliminação das atividades manuais rotineiras, aumento da segurança do trabalhador, melhoria na uniformidade do produto, realização de processos que não podem ser executados manualmente.

Na automação industrial, diversos mecanismos de acionamento e movimentação podem ser empregados. Alguns exemplos destes elementos são os elétricos (motores, válvulas solenoides, eletroválvulas), hidráulicos (válvulas e cilindros hidráulicos), pneumáticos (válvulas e cilindros pneumáticos) e mecânicos (polias, engrenagens e correias). Os acionamentos elétricos dependem do fornecimento de níveis de tensão e corrente adequados para produzir trabalho.

Conceitos básicos e terminologia

Nesta seção, alguns conceitos básicos e termos utilizados frequentemente em automação industrial são apresentados, com o intuito de auxiliar no entendimento das aulas seguintes.

Processo

conjunto de atividades ou passos que objetivam atingir uma meta. Utilizado para criar, inventar, projetar, transformar, produzir, controlar, manter e usar produtos ou sistemas.

Processo automatizado

processo através do qual os mecanismos verificam seu próprio funcionamento, efetuando medições e introduzindo correções, sem necessidade de interferência do homem.

Variável de processo

qualquer grandeza ou condição de um processo que é passível de variação. Em controle de processos também é chamada de variável controlada.

Controle de processos

técnica de manter variáveis de um processo (como temperatura e pressão) em valores predeterminados a partir de um procedimento que calcula correções proporcionais a uma ou mais variáveis que são medidas em tempo real por um determinado equipamento.

Sensor

elemento que está conectado à variável de processo e mede suas alterações. São dispositivos que causam alguma mudança nas suas propriedades de acordo com mudanças nas condições do processo.

Atuador

elemento que atua para alterar fisicamente uma variável manipulada. Pode ser uma válvula utilizada para restringir a passagem de um fluido, bombas para regular o fluxo, entre outros.

Controlador Lógico Programável (CLP)

aparelho eletrônico digital que pode ser programado através de uma linguagem de programação de maneira a executar funções aritméticas, lógicas, de temporização, de contagem, entre outras. Possui entradas para aquisição de dados e saídas para acionar diversos tipos de dispositivos ou processos.

Programas

também chamados de *softwares*, são conjuntos de instruções lógicas, sequencialmente organizadas, as quais indicam ao controlador ou ao computador as ações a serem executadas.



SE LIGA NA CHARADA!

PERGUNTA:

Quando um professor costuma usar óculos escuros na sala da aula?

RESPOSTA:

Quando seus alunos são “brilhantes”.

SENSORES EM AUTOMAÇÃO: CLASSIFICAÇÃO E TIPOS

No estudo da automação em sistemas industriais, comerciais, domésticos, etc., é necessário determinar as condições do sistema e obter os valores das variáveis físicas do ambiente a ser monitorado. Essa é a função dos sensores. O sensor é um elemento sensível a uma forma de energia do ambiente (energia cinética, sonora, térmica, entre outras), que relaciona informações sobre uma grandeza que precisa ser medida como temperatura, pressão, vazão, posição e corrente.

Um sensor nem sempre tem as características elétricas necessárias para ser utilizado em um sistema de controle. Normalmente o sinal de saída deve ser manipulado e isso geralmente é realizado com um circuito de interface para produção de um sinal que possa ser lido pelo controlador. Quando este circuito está acoplado a um sensor, o dispositivo recebe o nome de transdutor.

Classificação dos sensores

De acordo com a natureza do sinal de saída, os sensores podem ser classificados em sensores digitais (discretos) e sensores analógicos (contínuos).

Sensores digitais

São utilizados para monitorar a ocorrência ou não de um determinado evento. Apresentam em sua saída apenas dois estados distintos, como ligado (*on*) ou desligado (*off*), ou a presença ou ausência de determinada grandeza elétrica.

Sensores analógicos

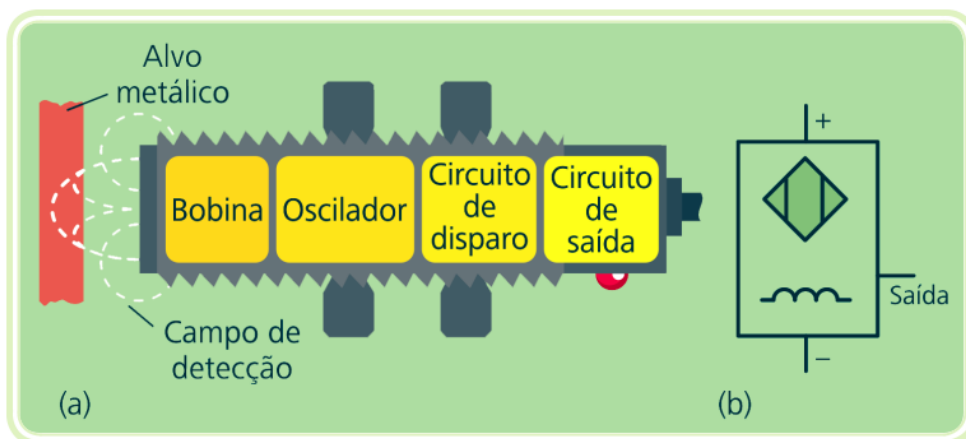
São utilizados para monitorar uma grandeza física em uma faixa contínua de valores estabelecidos entre os limites mínimo e máximo. Apresentam em sua saída um sinal de tensão, corrente ou resistência proporcional à grandeza física sensoriada.

Tipos de sensores e simbologia gráfica

Nesta seção, diferentes tipos e tecnologias de sensores comumente utilizados em aplicações industriais são apresentados, incluindo princípios de funcionamento e simbologias.

Sensores indutivos

Os sensores indutivos são dispositivos eletrônicos que detectam proximidade de elementos metálicos sem a necessidade de contato. Seu princípio de funcionamento baseia-se na geração de um campo eletromagnético por uma bobina ressonante instalada na face sensora. Quando um metal se aproxima do campo, ele absorve a energia do campo, diminuindo a amplitude do sinal gerado no oscilador. Essa redução do valor original aciona o estágio de saída.



$$C = \varepsilon \times \frac{A}{d}$$

Figura 6: Diagrama de um sensor indutivo (esquema simplificado símbolo).

A Figura 6 (a) mostra o esquema simplificado de um sensor indutivo e a Figura 6 (b) mostra o seu símbolo.

Onde:

C – Capacitância.

ε – Constante dielétrica.

A – Área das placas.

d – Distância entre as placas.

Sensores capacitivos

Os sensores capacitivos são dispositivos eletrônicos que detectam proximidade de materiais orgânicos, plásticos, pós, líquidos, etc., sem a necessidade de contato. Seu princípio de funcionamento baseia-se na geração de um campo elétrico por um oscilador controlado por capacitor. O capacitor é formado por duas placas metálicas montadas na face sensora de forma a projetar o campo elétrico para fora do sensor. Quando um material se aproxima do sensor o dielétrico do meio se altera, alterando a capacitância. Essa alteração aciona o estágio de saída.

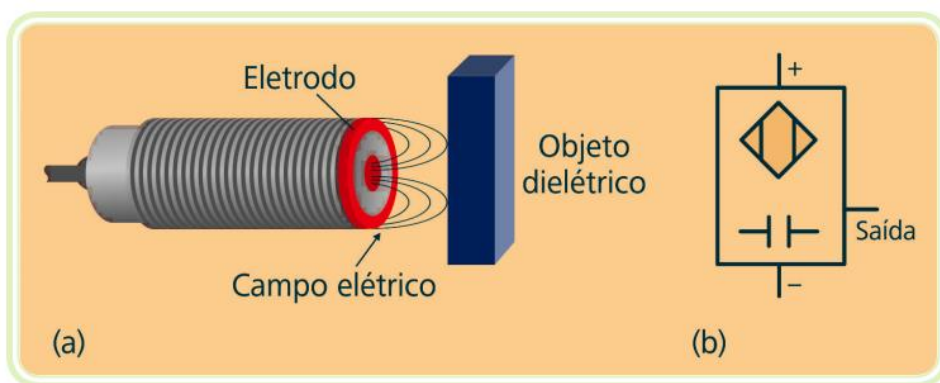


Figura 7: Exemplo de sensor capacitivo.

(A Figura 7(a) mostra um sensor capacitivo)

(A Figura 7(b) mostra o seu símbolo)

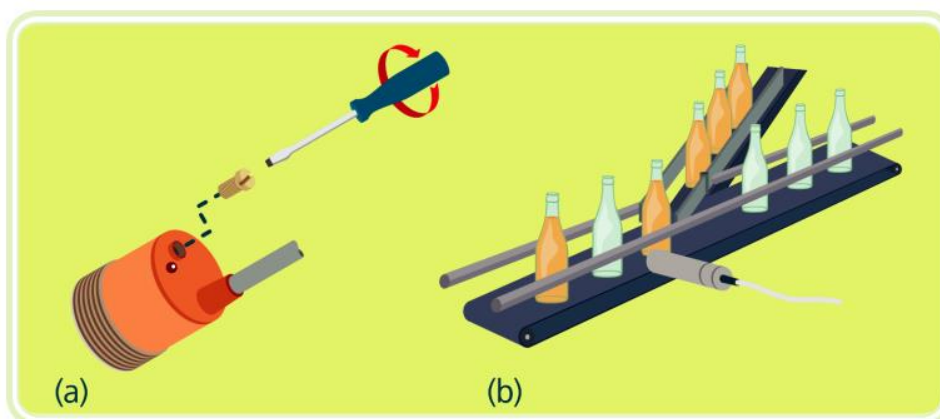


Figura 8: Sensor capacitivo: representação da atuação (a) e simbologia (b).

O ajuste de sensibilidade do sensor capacitivo é realizado por um parafuso localizado no sensor, conforme indica a figura mostra uma aplicação de sensores capacitivos.



VOCÊ SABIA?

Sensores capacitivos são sensores que detectam qualquer tipo de massa. Seu funcionamento se dá por meio de incidência de um campo elétrico que é gerado por cargas elétricas em sua face, formando assim um capacitor.

Sensores magnéticos

Os sensores magnéticos podem ser ativados pela proximidade de um campo magnético produzido por um ímã, acionando um contato normalmente aberto na sua saída.

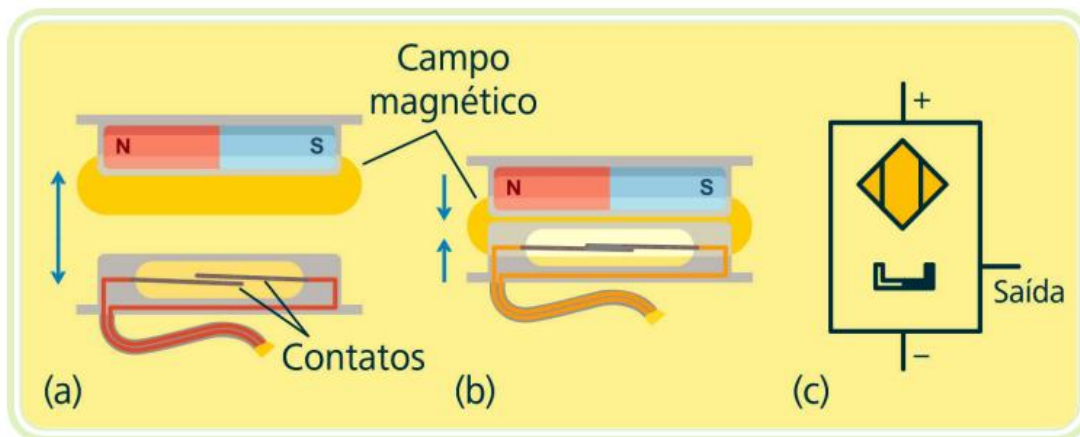


Figura 9: Sensor magnético: contatos abertos (a), contatos fechados (b) e simbologia (c).

Sensores ópticos (fotoelétricos)

Esses sensores manipulam a luz para detectar a presença de um material acionador. Os sensores possuem um emissor e um receptor de luz infravermelha, invisível ao olho humano. O emissor envia um feixe de luz através de um diodo emissor de luz e o receptor, composto por um fotodiodo ou foto transistor, é capaz de detectar o feixe emitido.

Sensor óptico por reflexão difusa

O emissor e o receptor estão montados na mesma unidade. Quando um objeto é posicionado em frente ao feixe de luz emitido, de maneira a refleti-lo ao receptor, o sensor é acionado.

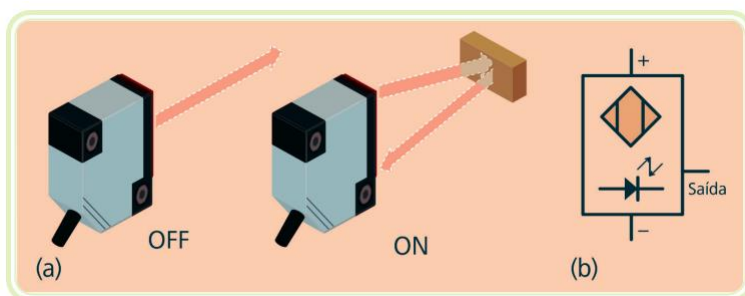


Figura 10: Sensor óptico por reflexão difusa: funcionamento (a) e simbologia (b).

Sensor óptico por retro reflexão

O emissor e o receptor estão montados na mesma unidade, conforme a figura. Um feixe de luz é estabelecido entre o emissor e o receptor por intermédio de um refletor (prisma refletivo ou espelho prismático). O sensor é ativado quando um objeto interrompe o feixe de luz.

Sensor óptico de barreira direta

O emissor e o receptor estão montados em unidades distintas, conforme a figura, e devem ser dispostos frente a frente, de forma que o receptor sempre receba a luz do emissor. A saída é acionada quando um objeto interrompe o feixe de luz.

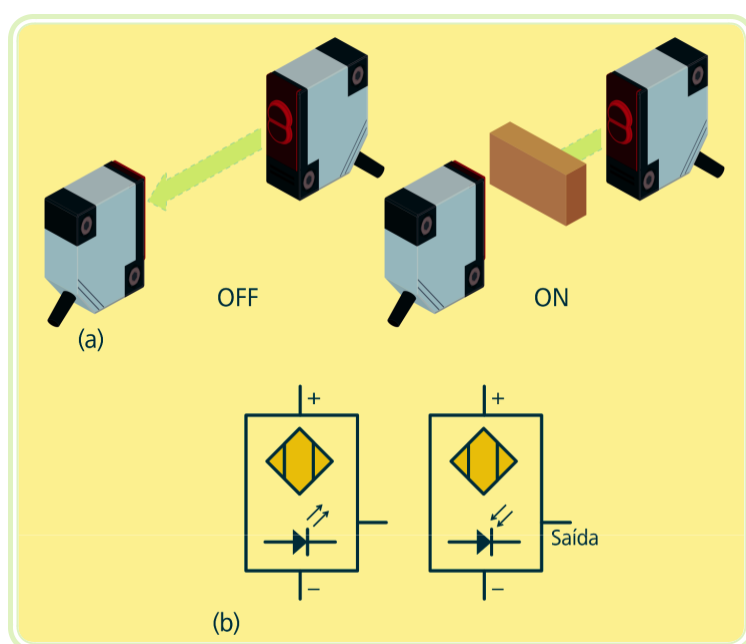


Figura 11: Sensor óptico de barreira direta: funcionamento (a) e simbologia (b).

Sensores ultrassônicos

A operação do sensor ultrassônico é baseada na emissão e recepção de ondas acústicas ultrassônicas na faixa de frequência de 30 a 300 kHz, inaudíveis para o ser humano. A detecção de um objeto é realizada quando a onda incide sobre um objeto e é refletida. O tempo entre o envio e a recepção da onda é medido, processado e convertido em um sinal

elétrico proporcional à distância do objeto. A grande vantagem deste sensor é a capacidade de detectar qualquer tipo de material, independentemente da forma, cor e constituição.

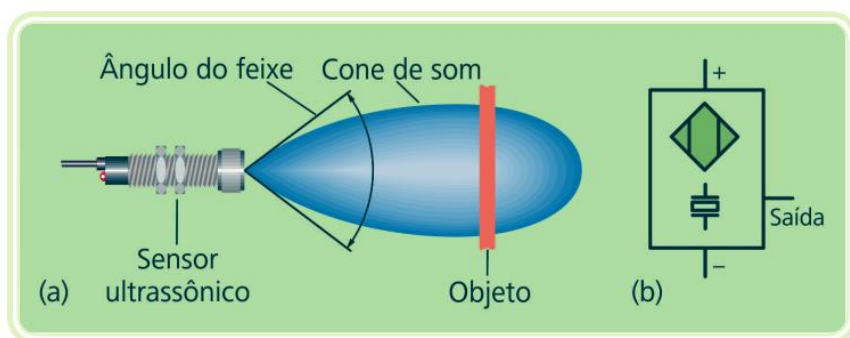


Figura 12: Sensor ultrassônico: área de detecção (a) e simbologia (b).

Sensores potenciométricos

O deslocamento linear ou angular pode ser determinado através da variação da resistência de um potenciômetro, conforme a configuração de sensor mostrado nas figuras.

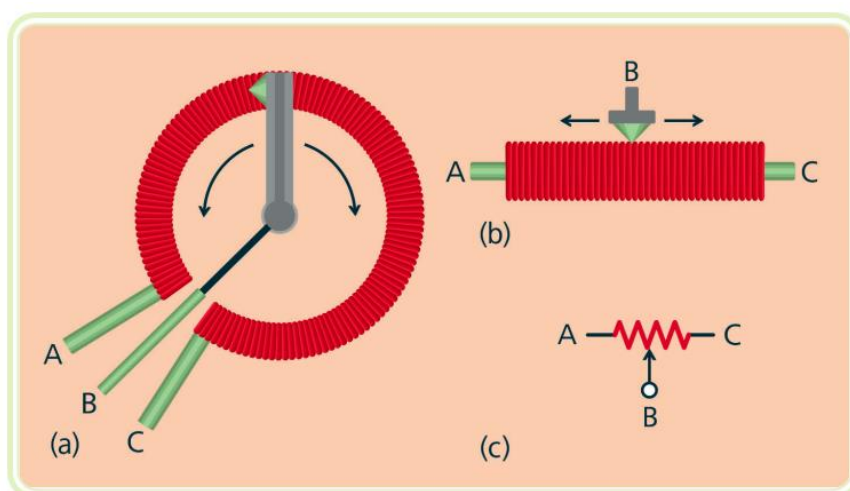


Figura 13: Sensor potenciométrico: rotacional (a), linear (b) e simbologia (c).

Após diferentes tecnologias de sensores terem sido estudadas, nas próximas seções são apresentados exemplos de alguns tipos de sensores utilizados para medição de pressão, temperatura, nível e vazão.

Sensores de pressão

Nesta seção, dois tipos de sensores de pressão são apresentados, os sensores de pressão capacitivos e os sensores de pressão piezoelétricos.

Sensores de pressão capacitivos

Nestes sensores, a armadura móvel, ao sofrer uma variação de pressão, altera o valor da capacitância, a qual está associada à distância física entre o diafragma e a parte fixa. Isso pode ser medido através de um circuito eletrônico, o qual gera um sinal proporcional à pressão aplicada.

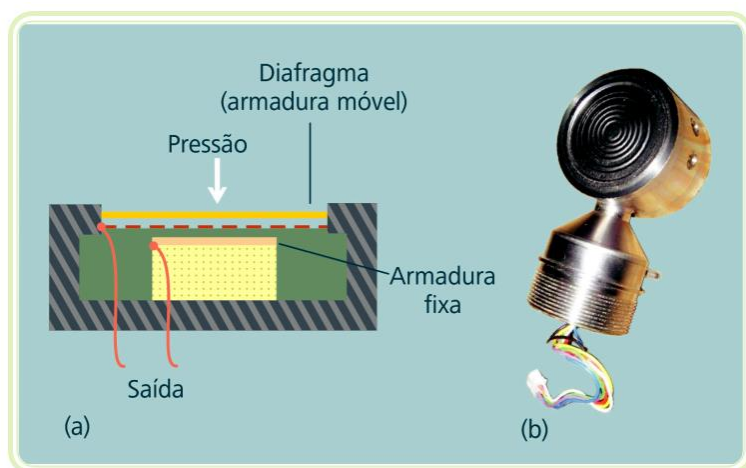


Figura 14: Sensor de pressão capacitivo: detalhes construtivos (a) e detalhe do diafragma do sensor (b).

Sensores de pressão piezoelétricos

Os materiais piezoelétricos produzem uma tensão em seus terminais quando uma força é aplicada a eles, como mostra a figura. São frequentemente usados como receptores ultrassônicos e também transdutores de deslocamento em dispositivos que medem aceleração, força e pressão. O quartzo, o selênio e o telúrio são exemplos de materiais que exibem essa propriedade. Como o princípio piezoelétrico é reversível, distorções podem ocorrer no material aplicando-se uma tensão, e vice-versa.

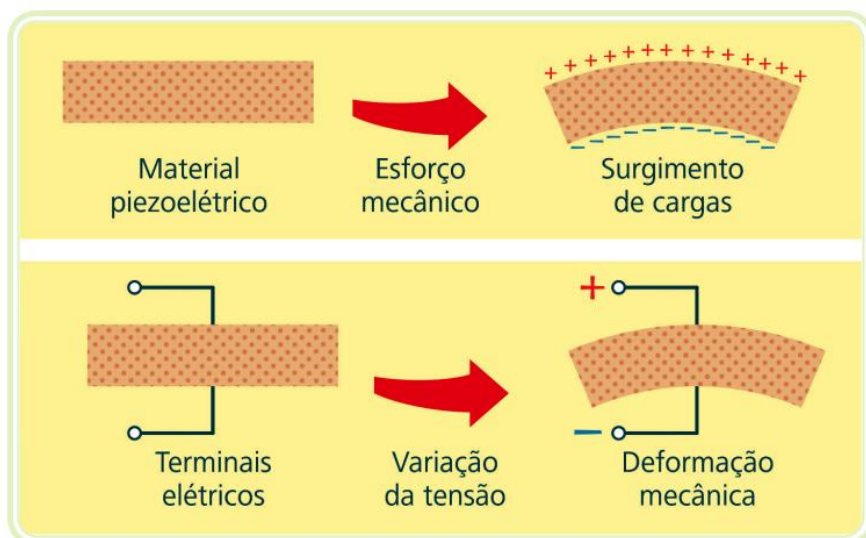


Figura 15: Princípio do sensor piezoelétrico.

Os sensores de pressão piezoelétricos são pequenos e de construção robusta. O sinal de resposta é linear com a pressão e podem medir pressões de 1 mbar até mais de 10 kbar. A figura mostra o esquema básico do sensor piezoelétrico. A figura mostra uma foto de um sensor de pressão piezoelétrico.

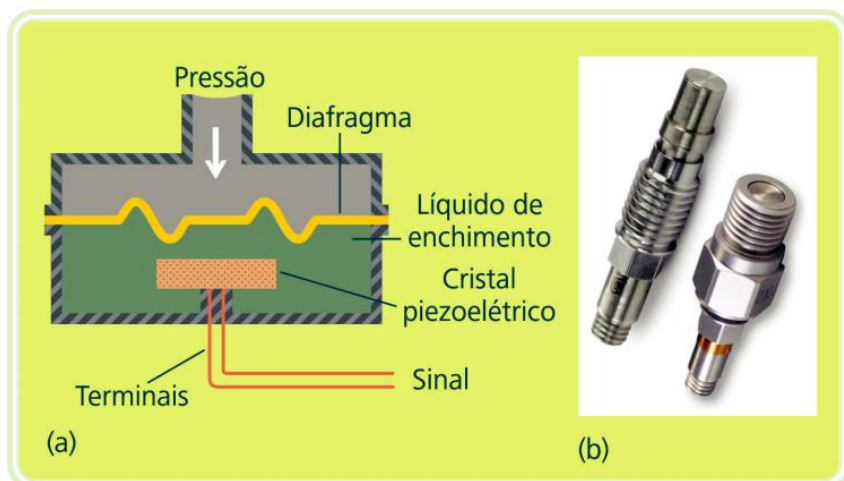


Figura 16: Esquema básico do sensor piezoelétrico (a) e foto de um sensor de pressão piezoelétrico (b).

Sensores de temperatura

Nesta seção, dois tipos de sensores de temperatura são apresentados, os termopares e os termistores.

Termopares

Os termopares se baseiam na propriedade de que dois metais diferentes unidos em uma junção, chamada de junta quente ou de medição (JM), geram uma força eletromotriz (tensão) de alguns milivolts na outra extremidade, chamada de junta fria ou de referência (JR), quando submetida a uma temperatura diferente da primeira junção, como mostrado na figura.

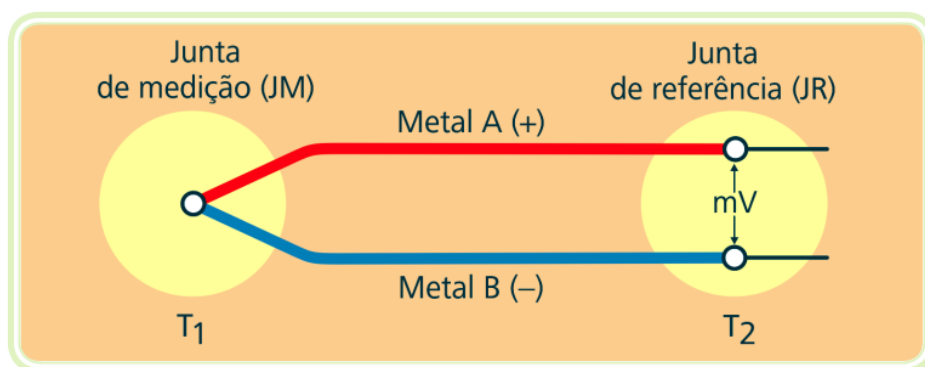


Figura 17: Princípio de funcionamento de um termopar.

O termopar tipo E é o que apresenta maior geração de $mV/^{\circ}C$, o que o torna útil na detecção de pequenas variações de temperatura. O termopar tipo K o mais utilizado em aplicações industriais por apresentar grande faixa de trabalho e menor custo comparado aos termopares formados por ligas nobres, como os tipos R, S e B.

Termistores

São semicondutores que variam a resistência em função da temperatura. São fabricados com óxido de níquel, cobalto, magnésio, sulfeto de ferro, alumínio ou cobre. Apresentam como característica baixo custo e elevada sensibilidade, sendo restritos a temperaturas menores que $300^{\circ}C$. O tipo mais comum é o NTC (*Negative Temperature Coefficient*), o qual sofre redução da resistência à medida que a temperatura aumenta. O PTC (*Positive Temperature Coefficient*), por outro lado, sofre aumento da resistência com o aumento da temperatura. A Figura 18 mostra exemplos de termistores e a simbologia.

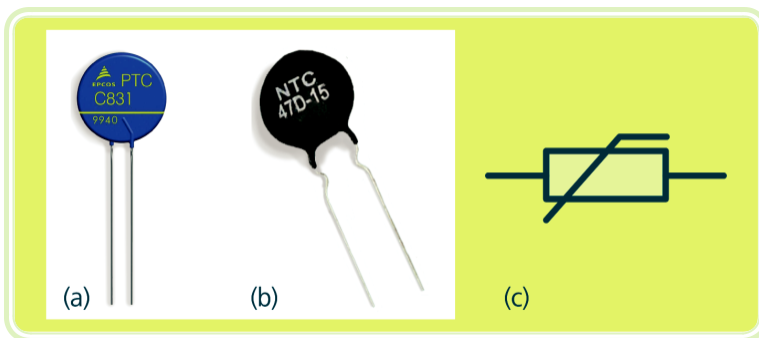


Figura 18: Termistor: PTC (a), NTC (b) e simbologia (c).

Sensores de nível

Nesta seção, dois tipos de sensores de nível são apresentados, os sensores de nível ultrassônicos e os sensores de nível por pressão hidrostática.

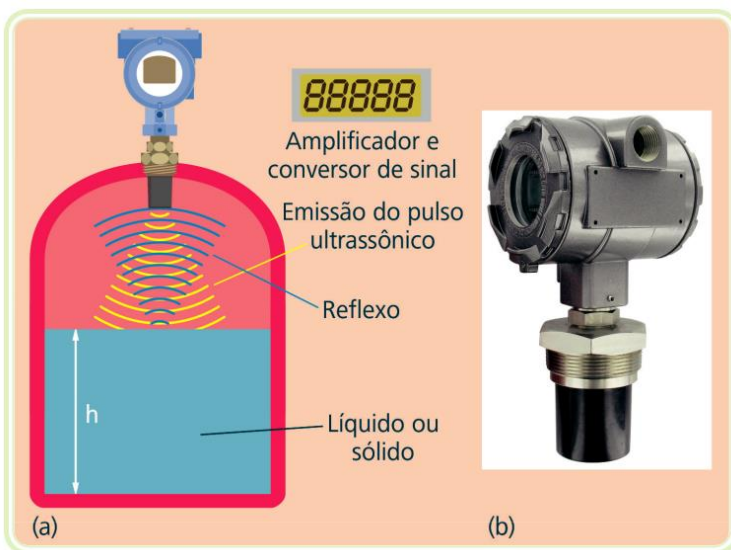


Figura 19: Sistema de medida com ultrassom: funcionamento (a) e transmissor de nível por ultrassom (b).



VOCÊ SABIA?

As caixas d'água residenciais geralmente são controladas por um sensor de nível.

Sensores de nível ultrassônicos

Os dispositivos ultrassônicos podem ser empregados tanto para medida de nível contínua como para descontínua. Normalmente, são empregados no topo, sem contato com o produto a ser medido. Ao emitir o som, o aparelho calcula o tempo de retorno para avaliar o nível. Se o tempo for maior, indica um nível menor de líquido. A Figura 19 apresenta o funcionamento do sensor de nível ultrassônico.

Sensores de nível por pressão hidrostática

A figura mostra a medida de nível por pressão hidrostática, a qual é empregada em tanques não pressurizados. A altura da coluna do líquido (h) indica o nível segundo a pressão exercida (P), a qual é definida por:

$$P = h \times d$$

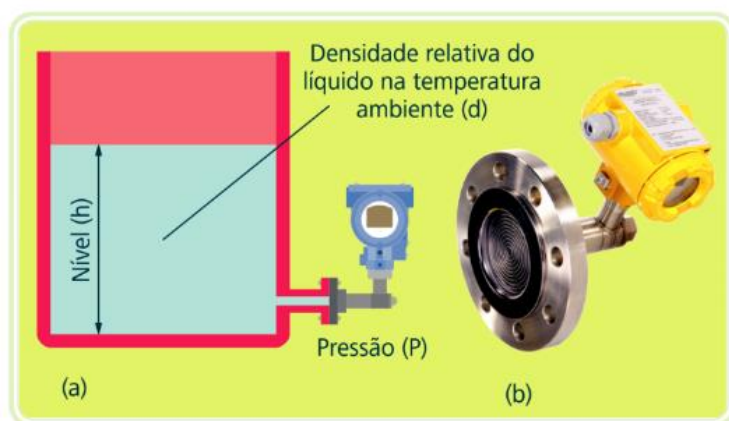


Figura 20: Medição de nível com tanque aberto (a) e exemplo de transmissor de nível (b).

Sensores de vazão

Nesta seção, dois tipos de sensores de vazão são apresentados, os sensores de vazão tipo turbina e os sensores ópticos de vazão.

Sensores de vazão tipo turbina

A Figura 21 mostra um sensor do tipo turbina constituído por um rotor montado na tubulação, o qual apresenta aletas magnetizadas que giram durante a passagem de fluido na tubulação. Um sensor de efeito Hall capta a passagem das hélices da turbina através da medição do campo magnético. A frequência dos pulsos gerados é proporcional à velocidade do fluido, sendo a vazão determinada pela medida desses pulsos.

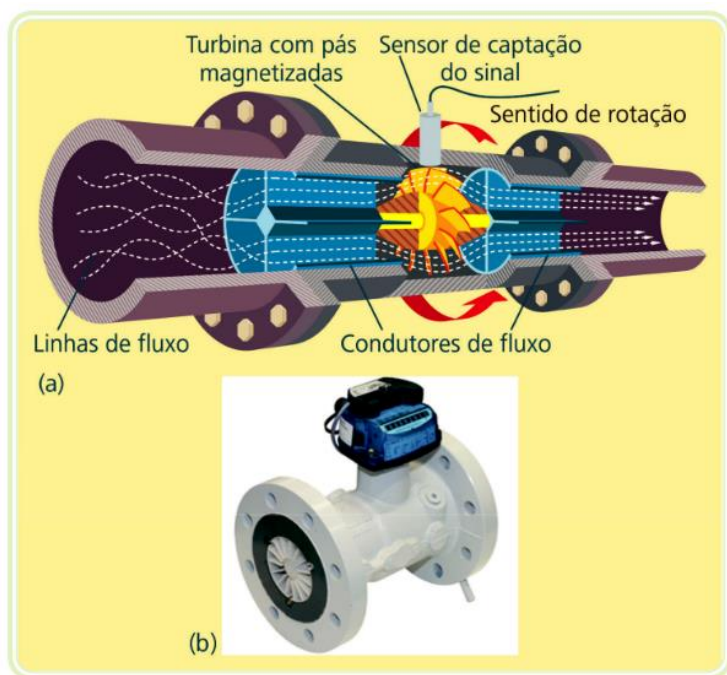


Figura 21: Sensor de vazão tipo turbina: funcionamento (a) e exemplo de transmissor de vazão tipo turbina (b).

Sensores ópticos de vazão

Consistem de um emissor (LED infravermelho) responsável por emitir um feixe de luz que é refletido pelas aletas de uma turbina. O número de pulsos captados pelo receptor é proporcional à velocidade da turbina, que é proporcional à vazão. Esses sensores são normalmente utilizados na indústria automotiva para medição da vazão de combustível nos veículos.

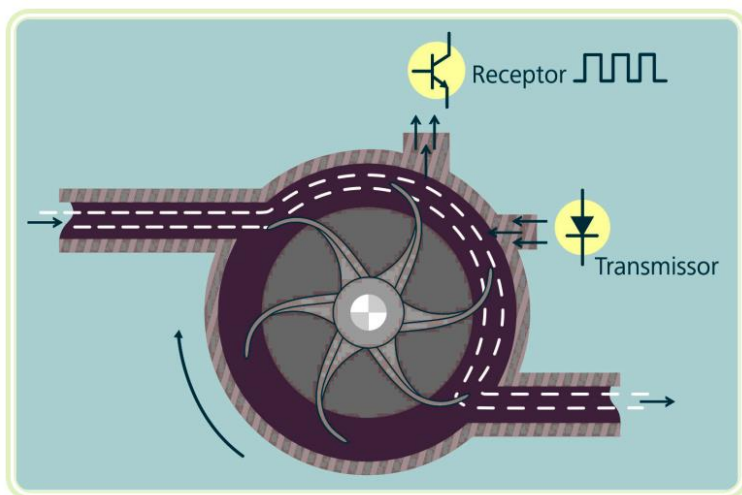


Figura 22: Princípio de funcionamento do sensor óptico de vazão.



PAUSA PARA REFLETIR...

Não há lugar para a sabedoria onde não há paciência.
Agostinho de Hipona.

A AUTOMAÇÃO EM MÁQUINAS

É preciso entender detalhes construtivos, princípio de funcionamento e informações relevantes a respeito de dois dos principais equipamentos utilizados para o acionamento de cargas, os relés e os contatores.

Relés

O relé é um dispositivo capaz de comandar circuitos elétricos de saída através de um circuito de controle de entrada. Os relés eletromecânicos, baseados no princípio eletromagnético, são comumente aplicados em instalações industriais de baixa, média e alta tensão. São compostos, de modo geral, pelos seguintes elementos:

- ✓ Bobina (eletroímã).
- ✓ Armadura de ferro fixa e móvel.

- ✓ Conjuntos de contatos.
- ✓ Mola de rearme.
- ✓ Terminais de conexão.

A estrutura simplificada de um relé é mostrada na Figura 23.

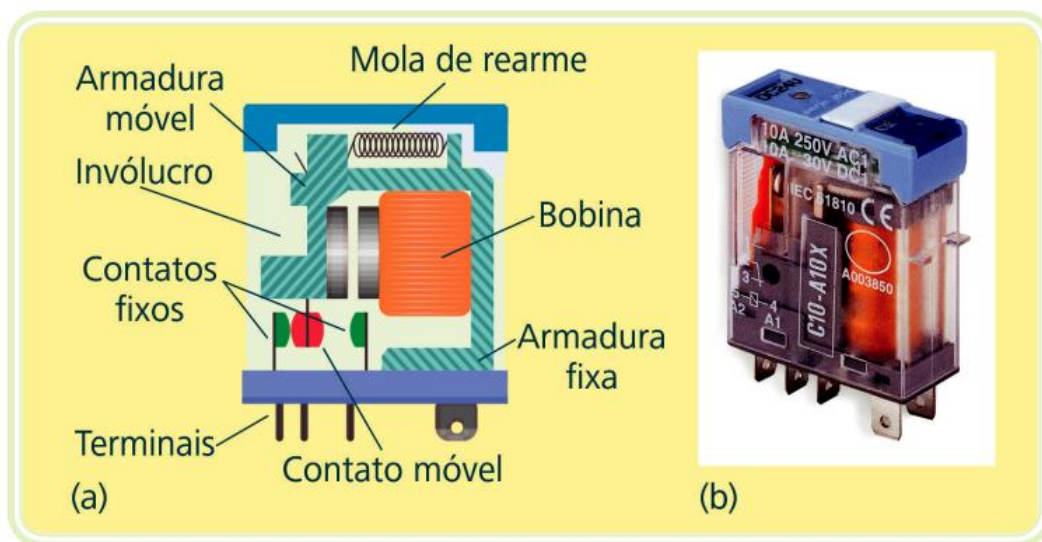


Figura 23: Relé: estrutura simplificada (a) e dispositivo comercial (b).

A figura mostra um exemplo de aplicação de um relé, no qual um circuito externo de saída é controlado, podendo ser ligado ou desligado. Quando o circuito de entrada é acionado através da chave CH, a corrente proveniente da fonte V1 circula pela bobina do relé, energizando-o. Neste momento, o contato do relé é fechado fazendo com que uma corrente proveniente da fonte V2 possa circular pela carga, neste exemplo representada por uma lâmpada. Quando a chave CH é aberta, a corrente que antes circulava pela bobina do relé é interrompida, desacionando a carga do circuito de saída.

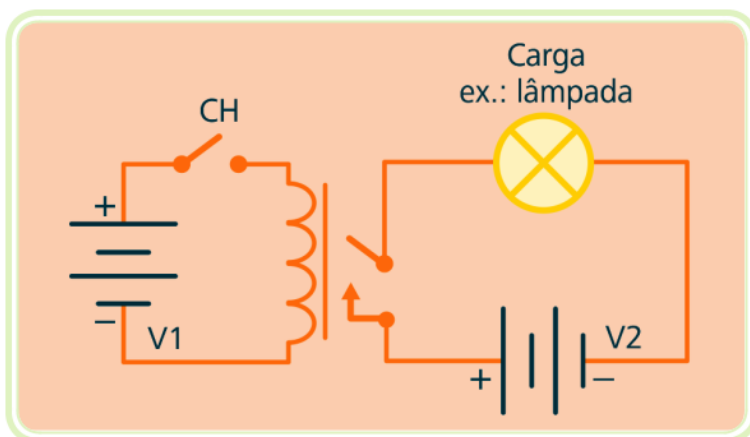


Figura 24: Relé usado para acionar carga de baixa potência.

Uma importante característica do relé é que circuitos e cargas que exigem elevadas correntes durante o seu funcionamento podem ser acionados por uma corrente de baixa intensidade, necessária apenas para energizar a bobina do relé. Assim, cargas como motores e máquinas industriais pesadas podem ser controladas por dispositivos eletrônicos como transistores e circuitos integrados, como mostra a Figura 25.

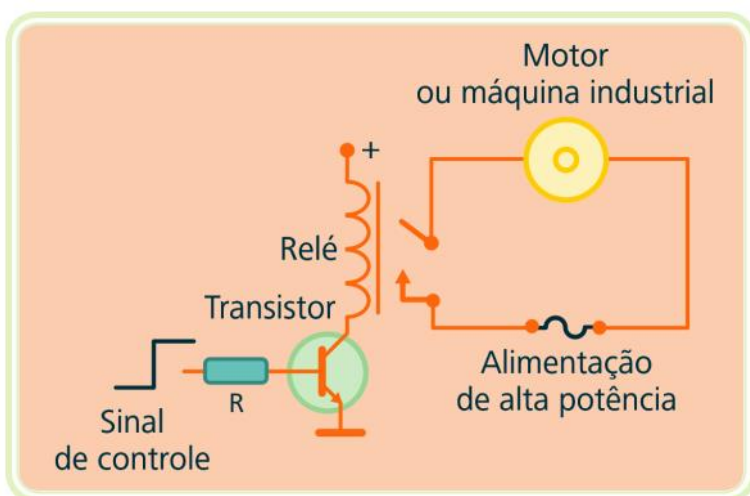


Figura 25: Relé usado para acionar carga de alta potência.

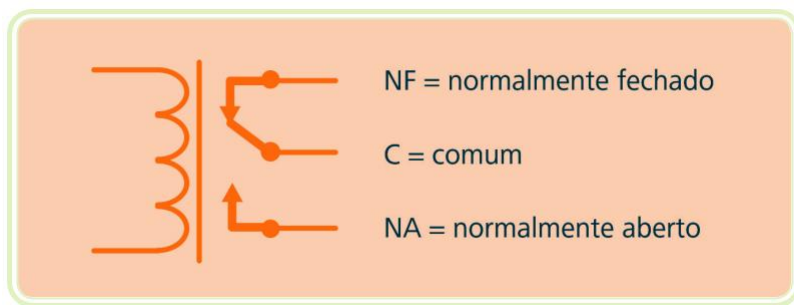


Figura 26: Contatos NF, C e NA com o relé desenergizado.

Outras importantes características dos relés são:

- ✓ A tensão da bobina pode ser diferente, muito menor que a dos contatos, além de poder controlar sinais de corrente contínua por meio de tensão alternada, assim como o inverso.
- ✓ Permitem o acionamento de mais de um circuito ao mesmo tempo com um único sinal.
- ✓ Não existe contato elétrico entre o circuito da bobina e os circuitos dos contatos do relé (circuitos de saída), proporcionando isolamento e segurança.

Por outro lado, as desvantagens dos relés em relação aos dispositivos eletrônicos de acionamento de cargas, como os tiristores, são a atuação mais lenta e o desgaste mecânico dos contatos.

Ambos relés e contadores atuam no circuito em que estão instalados, abrindo e fechando cargas. Enquanto o relé pode atuar por eletromagnetismo, calor (relés térmicos), luz (relés fotoelétricos), movimento (relés de presença), entre outros, o contator atua basicamente pelo princípio eletromagnético, embora também existam contadores de estado sólido.

Contadores

Os contadores são os elementos principais de comando eletromecânicos que permitem o controle de elevadas correntes por meio de um circuito de baixa corrente. O contator é caracterizado como uma chave de operação não manual, eletromagnética, com uma única posição de repouso, capaz de estabelecer, conduzir e interromper correntes em condições normais do circuito. É constituído de uma bobina que, quando é alimentada, cria um campo magnético no núcleo fixo que atrai o núcleo móvel que fecha o circuito. Cessando a

alimentação da bobina, é interrompido o campo magnético, provocando o retorno do núcleo por molas.

A Figura 27 apresenta a estrutura simplificada de um contator, juntamente com um dispositivo comercial. A função dos elementos que compõem os contatores são praticamente as mesmas dos relés detalhados anteriormente.

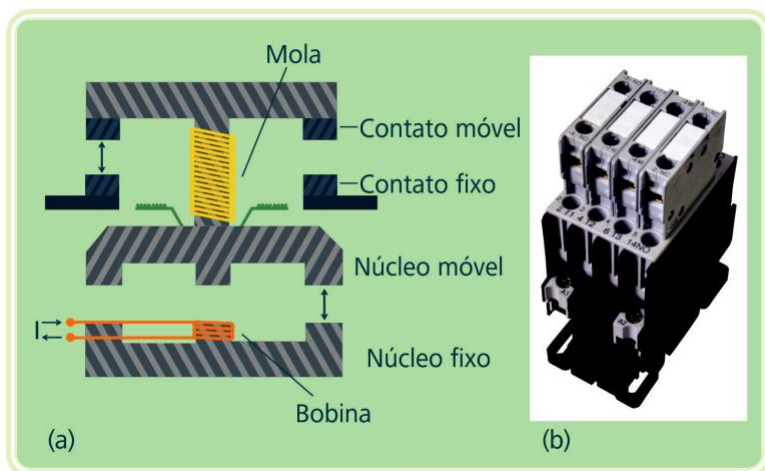


Figura 27: Contator: estrutura simplificada (a) e dispositivo comercial (b).

A figura mostra a simbologia de um contator trifásico utilizada em diagramas multifilares, onde se observa o símbolo de atuação eletromecânica (tracejado), a linha de acoplamento direto e os contatos de força (principais). Alguns contatores também possuem contatos auxiliares, além dos contatos de força. A denominação dos terminais da bobina é sempre A1/A2.

Os contatores também apresentam as seguintes características:

- ✓ Comando à distância.
- ✓ Elevado número de manobras (grande vida útil mecânica).
- ✓ Requer pouco espaço para montagem.
- ✓ A tensão de operação pode estar na faixa de 85 % a 110 % da sua tensão nominal.

Para definir o contator apropriado para uma determinada aplicação, fatores como quantidade e tipo dos contatos auxiliares, nível da corrente elétrica, nível da tensão elétrica e frequência, devem ser levados em consideração.

A Figura 28 mostra o diagrama de comando juntamente com o diagrama de força da chave de partida direta de um motor trifásico de indução, é um exemplo de acionamento de motor trifásico com contator.

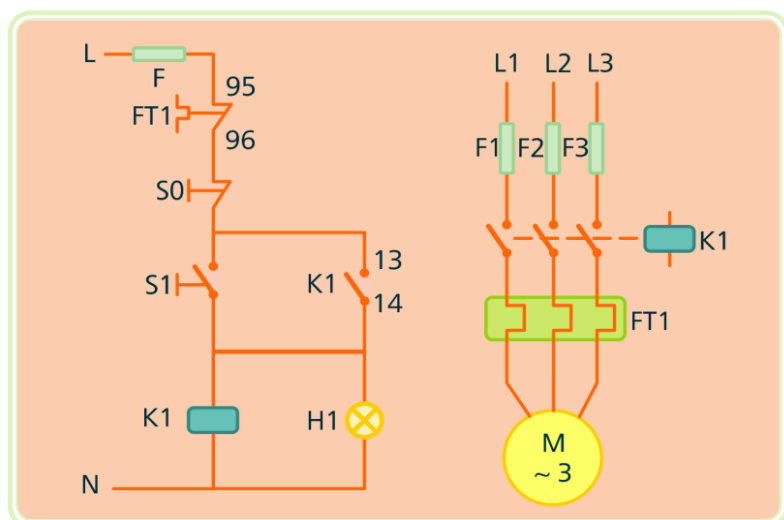


Figura 28: Diagramas de comando e de força de uma partida direta.

Na representação do diagrama de comando há uma alimentação (L-N), em que a energia provém por essa fase que está protegida por um fusível e logo abaixo está representado um contato do relé térmico (95/96-FT1) que irá interromper o circuito no caso de uma falha. Assim, a parte lógica do circuito funciona da seguinte maneira:

Ao ser pressionado o botão de impulso S1, será energizada a bobina do contator K1 que fecha o contato NA 13/14 de K1 realizando o selo do contato K1, o qual permanece ligado mesmo após o botão S1 ser solto. Com o contator fechado o motor será alimentado com as três fases. Em paralelo com a bobina de K1 existe uma lâmpada de sinalização que indica o fechamento do contator. Ao ser pressionado o botão de impulso S0, o circuito da bobina do contator K1 é desligado, sendo o circuito desenergizado.

No diagrama de força, as três fases L1, L2 e L3 são protegidas por um fusível por fase (F1, F2, F3), sendo ligadas então ao contator K1, que está diretamente acoplado ao relé térmico FT1, que interliga os cabos até o motor.



VOCÊ SABIA?

A partida direta para motores trifásicos é relativamente a ligação mais simples dentre todas as partidas usadas para acionar os motores trifásicos, pois o motor recebe a alimentação diretamente da fonte de energia trifásica, porém só pode ocorrer este tipo de partida em motores com potência de no máximo 7,5 CV.

Motores CC

Dentre os tipos de motores, o motor de corrente contínua foi o primeiro a ser empregado na indústria. Estruturalmente, o motor CC pode ser dividido em duas partes, sendo uma fixa (estator ou campo) e outra móvel (rotor ou armadura), ambas mostradas na Figura 29.

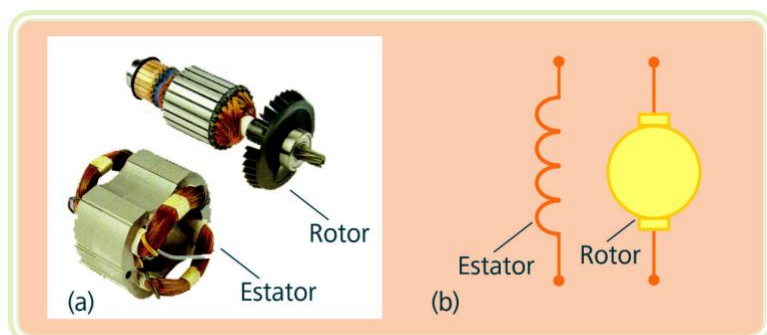


Figura 29: Estator e rotor do motor CC: estruturas (a) e simbologias (b).

Estator ou campo

É a parte fixa. Possui sapatas polares formadas por pacotes de lâminas de aço silício justapostas. Em torno das sapatas polares se enrolam fios condutores, formando bobinas.

Rotor ou armadura

O rotor é a parte móvel do motor. Ligada ao eixo de transmissão de movimento. As bobinas do rotor são montadas em ranhuras presentes na estrutura do rotor, também constituído de lâminas de aço silício. Os terminais destas bobinas são conectados eletricamente ao coletor.

Coletor ou comutador

O coletor conecta eletricamente as bobinas do rotor através de escovas de carvão à fonte de energia elétrica. Desta maneira, o giro do rotor ocorre sem a presença de curto-circuito.

Escovas

São constituídas de carvão grafite ou carbono. As escovas permitem a circulação de corrente elétrica da fonte externa para os contatos do comutador e às bobinas do rotor.

O princípio de funcionamento do motor CC

A condição inicial para a operação do motor CC é a produção do fluxo magnético estático. Este fluxo magnético é obtido aplicando-se corrente contínua nas bobinas estáticas. Surgem então polos magnéticos ao redor das peças polares, que passam a ser eletroímãs com polaridades fixas.

Uma corrente contínua de uma fonte externa deve circular através das escovas, comutador e bobinas do rotor, produzindo assim polos magnéticos no rotor. Os polos do rotor são atraídos pelos polos do estator e, como resultado, tem-se uma força magnética. As forças magnéticas presentes entre o rotor e o estator provocam um deslocamento angular no rotor, uma vez que este está estruturalmente possibilitado a movimentar-se.

Com o deslocamento inicial, outras bobinas do rotor passam a ser alimentadas através do coletor e das escovas, produzindo novamente forças magnéticas. O resultante destas forças magnéticas atuando sobre o rotor e o seu movimento rotacional é chamado de conjugado motor, como mostra a figura abaixo.

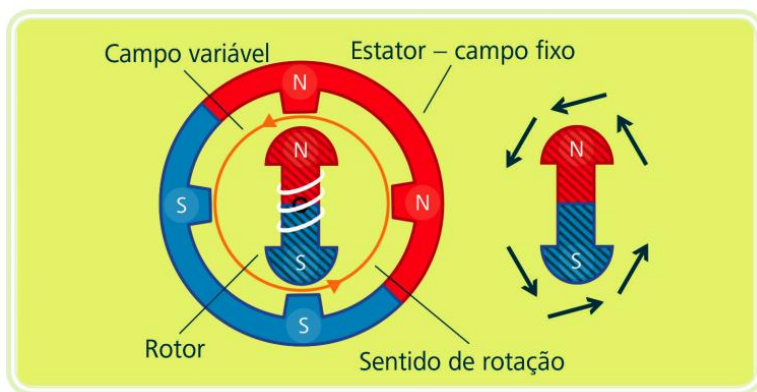


Figura 30: Ação dos campos magnéticos.

O controle de velocidade e torque em motores CC com excitação independente pode ser realizado de 4 maneiras, as quais estão descritas a seguir e mostradas na Figura 30.

Controle pela tensão aplicada na armadura

mantém-se a tensão e a corrente no campo constantes. Desta forma o fluxo magnético produzido é constante. Varia-se a tensão aplicada na armadura e por consequência a rotação da máquina, seguindo uma relação direta entre a tensão da armadura e a rotação. Neste método o torque permanece constante e a potência varia proporcionalmente com a velocidade.

Controle pela tensão aplicada no campo

mantém-se a tensão de armadura constante e varia-se a corrente de campo (I_f). Como o fluxo magnético é proporcional à corrente de campo, diminuindo-se I_f diminui-se o fluxo magnético e aumenta-se a velocidade de rotação da máquina, processo conhecido por enfraquecimento de campo. No controle de campo a potência permanece constante enquanto a rotação se eleva e o torque se reduz.

Controle pela resistência na armadura (R_a)

varia-se a resistência da armadura através da variação de um reostato inserido em série com a armadura do motor e, assim, consegue-se variar a velocidade do motor. Neste método existe uma perda considerável de energia devido à potência dissipada no reostato adicional.

Controle pela tensão aplicada na armadura e no campo

ambas as técnicas **a** e **b** são aplicadas, proporcionando um controle integral da operação do motor CC. Esta técnica permite várias alternativas de conjugado e rotações e vem sendo empregada nos modernos conversores para acionamento em CC.

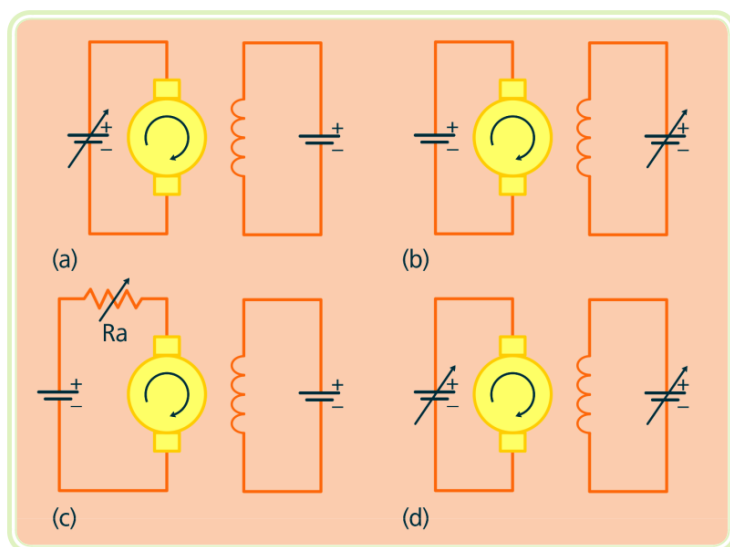


Figura 31: Acionamento do motor CC: controle pela armadura (a), controle pelo campo (b), controle pela resistência na armadura (c) e controle pelo campo e armadura (d).

Motores de passo

Os motores de passo fazem parte de uma categoria diferenciada de motores que se deslocam por impulsos ou passos discretos. A crescente popularidade dos motores de passo não se deve apenas à redução de custo de produção, mas também à total adaptação desses dispositivos à lógica digital.

A principal vantagem dos motores de passo é a possibilidade de controlar seus movimentos de forma precisa. Além disso, as variações no torque aplicado por motores de passo são pequenas e eles apresentam pouco desgaste (não possuem escovas). São muito usados em impressoras, robôs, brinquedos e automação industrial. Por outro lado, não são recomendados para aplicações de elevado torque e/ou velocidade e possuem baixa relação entre potência e volume.

O princípio de funcionamento do motor de passo é detalhado na Figura 32, tomando como exemplo um motor de 4 passos. O funcionamento básico é obtido pelo uso de solenoides (eletroímãs) alinhados aos pares. Os solenoides, quando energizados, exercem uma força de atração sobre o rotor, que provoca o seu alinhamento com o eixo definido pelos solenoides. Desta maneira, uma pequena variação de ângulo, denominada passo, ocorre no rotor.

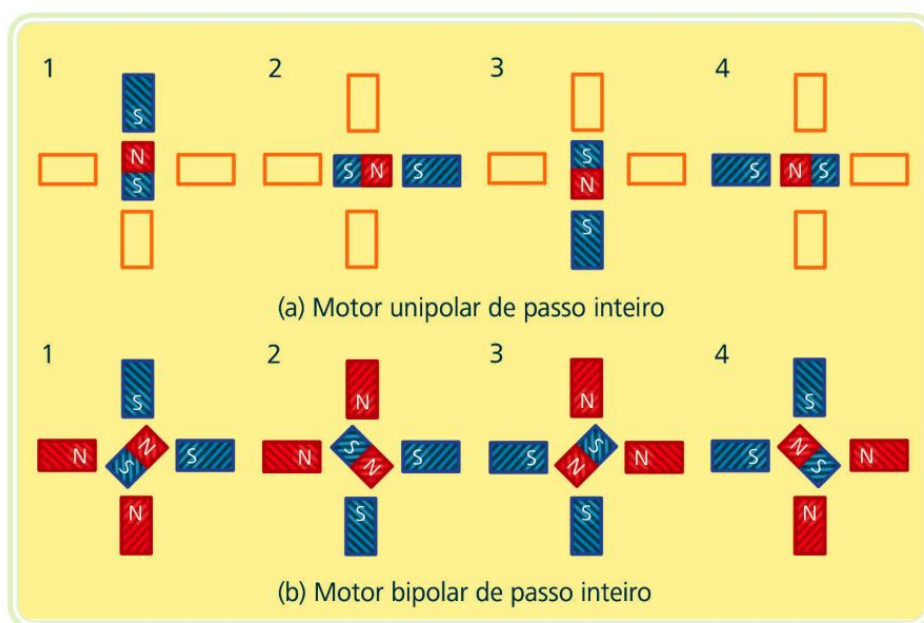


Figura 32: Princípio de funcionamento do motor de passo: unipolar de passo inteiro (a) e bipolar de passo inteiro (b).

O número de passos é definido pelo número de alinhamentos possíveis entre o rotor e as bobinas. Assim, para aumentar o número de passos de um motor usa-se um maior número de bobinas ou maior número de polos no rotor (através de uma roda dentada). Há também o acionamento de meio-passo, no qual o rotor gira em intervalos de 45° ao invés de 90° conforme exemplo apresentado, conseguido através da polarização adequada das bobinas.

Sistemas de supervisão

Nos processos industriais, de maneira geral, existe a necessidade de centralizar as informações de forma a se ter a maior quantidade de dados no menor tempo possível. Um sistema de supervisão é responsável pelo monitoramento de variáveis de controle do

sistema, com o objetivo principal de fornecer subsídios ao operador para controlar ou monitorar um processo automatizado mais rapidamente, permitindo a leitura das variáveis em tempo real e o gerenciamento do processo.

O sistema de supervisão, também conhecido como SCADA (*Supervisory Control and Data Acquisition*), coleta dados do processo através de determinados dispositivos industriais, principalmente controladores lógicos programáveis (CLP), formata estes dados, e os apresenta ao operador em uma multiplicidade de formas. Os dados são capturados tanto em locais próximos, quanto locais distantes geograficamente.

Dentre os principais benefícios do uso de sistemas de supervisão podem-se citar: informações instantâneas, redução no tempo de produção, redução no custo de produção, precisão das informações, detecção de falhas, aumento da qualidade e aumento da produtividade. Com a evolução tecnológica, os computadores assumiram um papel de gestão na aquisição e tratamento de dados, permitindo sua visualização em um monitor de vídeo e a geração de funções de controle complexas, cobrindo um mercado cada vez mais vasto.

As telas de visão geral de processo apresentam ao operador uma visão global de um processo, sob visualização imediata na operação da planta. Nestas telas são apresentados os dados mais significantes à operação e objetos que representam o processo. Os dados devem procurar resumir os principais parâmetros a serem monitorados (e/ou controlados) do processo específico.

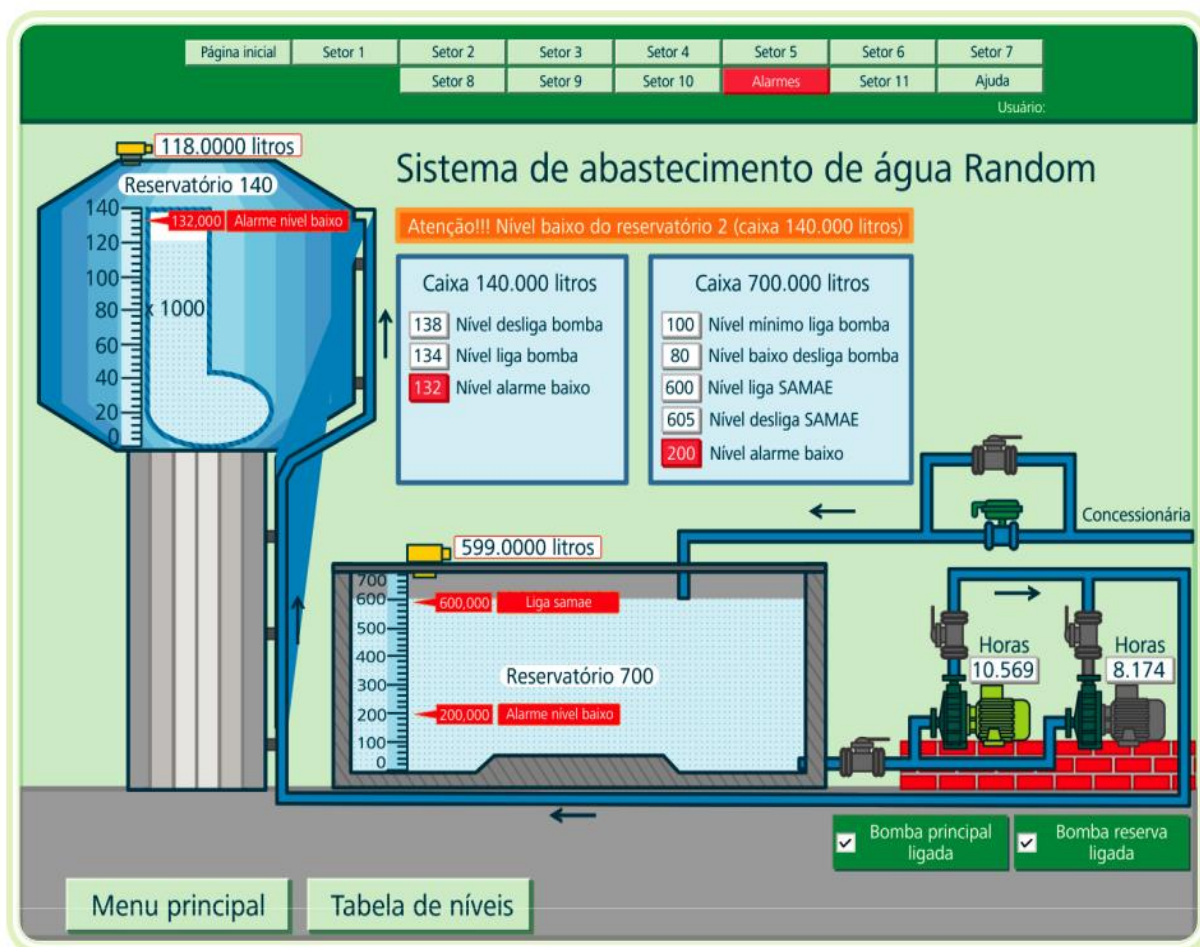


Figura 33: Tela de visão geral de processo.

Principais características de um sistema de supervisão

As principais características que um sistema de supervisão deve possuir são:

- ✓ Interface amigável com o operador, ou seja, propiciar facilidade de visualização gráfica e de operação do sistema (visualização dos valores coletados por sensores e estados atuais de contadores, relés, solenoides; alteração de ganhos e tipos de controladores; acionamento de atuadores elétricos, hidráulicos, pneumáticos, mecânicos; entre outros).
- ✓ Geração automática de relatórios, com o controle estatístico do sistema, os quais podem ser impressos, enviados por e-mail ou salvos em arquivos.
- ✓ Histórico de tendências para acompanhamento das variáveis controladas em forma de gráficos ou tabelas.
- ✓ Facilidade para interação com outros aplicativos.
- ✓ Acesso automático a banco de dados.

- ✓ Acesso compartilhado e remoto.
- ✓ Conexão em rede e por meio de *modem* ou rádio.

Em um ambiente industrial cada vez mais complexo, é importante garantir que as informações de um processo estejam seguras e disponíveis quando necessário, independentemente de sua localização. Portanto, é fundamental implementar mecanismos de acessibilidade, segurança e tolerância a falhas, capazes de serem obtidos com os sistemas de supervisão.



SE LIGA NA CHARADA!

PERGUNTA:

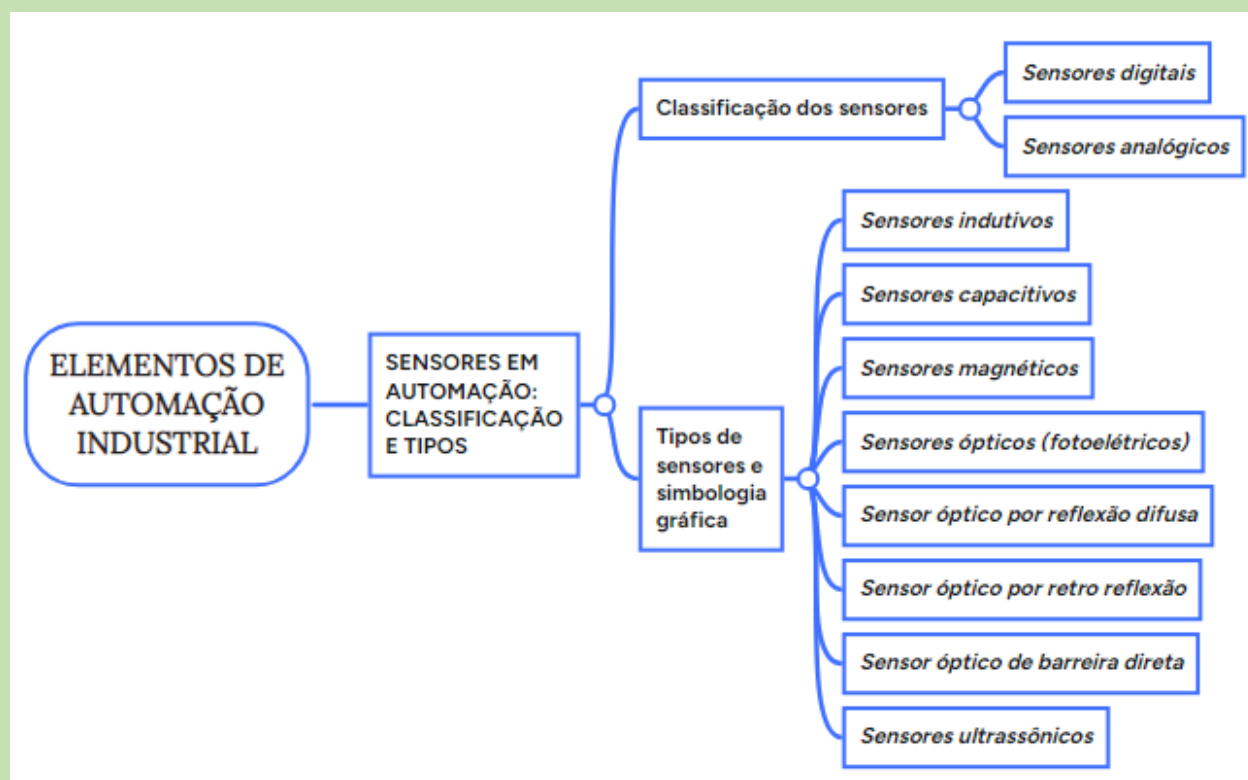
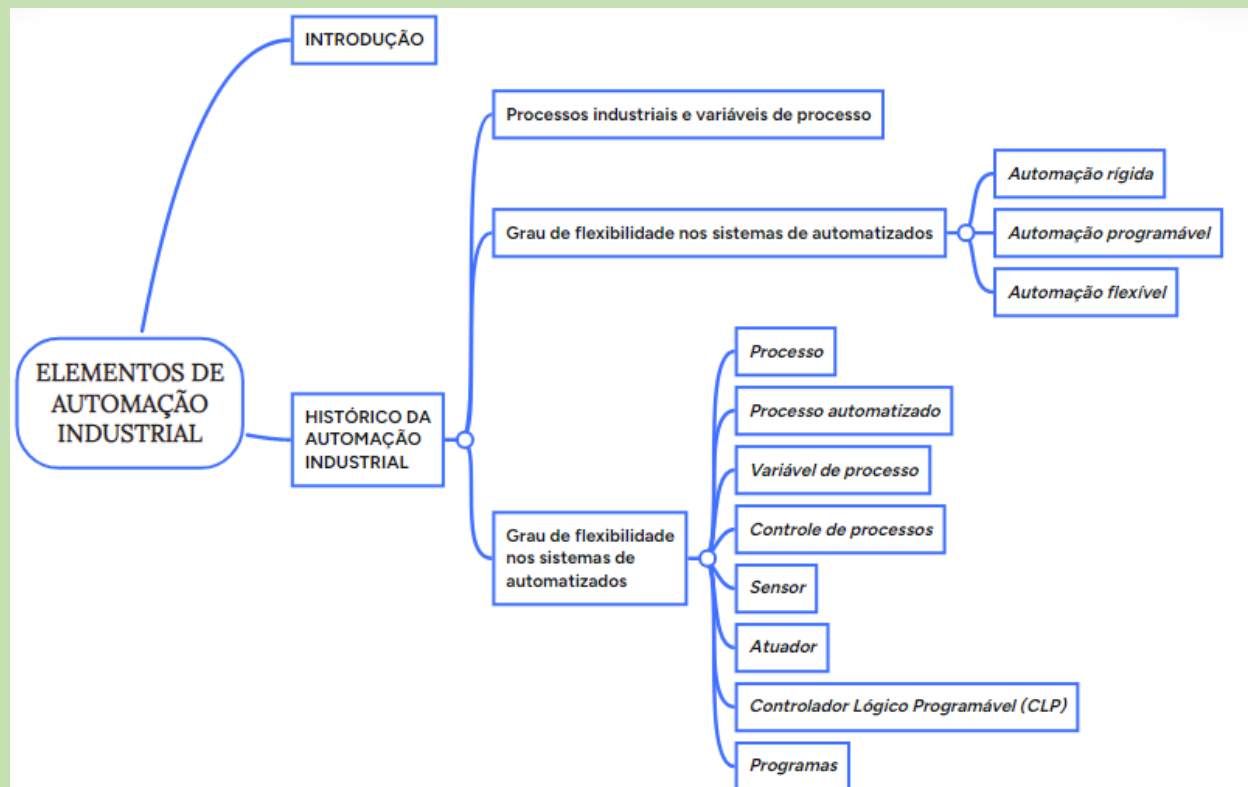
Qual o prato de que nenhum goleiro gosta?

RESPOSTA:

“Frango”.

SESSÕES ESPECIAIS

MAPA DE ESTUDO



ELEMENTOS DE
AUTOMAÇÃO
INDUSTRIALSENSORES EM
AUTOMAÇÃO:
CLASSIFICAÇÃO
E TIPOSTipos de
sensores e
simbologia
gráfica*Sensores potenciométricos**Sensores de pressão**Sensores de pressão capacitivos**Sensores de pressão piezoelétricos**Sensores de temperatura**Sensores de nível**Sensores de nível ultrassônicos**Sensores de nível por pressão hidrostática**Sensores de vazão**Sensores de vazão tipo turbina**Sensores ópticos de vazão*ELEMENTOS DE
AUTOMAÇÃO
INDUSTRIALA AUTOMAÇÃO
EM MÁQUINAS

Relés

Contatores

Motores CC

*Estator ou campo**Rotor ou armadura**Coletor ou comutador**Escovas*O princípio de
funcionamento
do motor CC*Controle pela tensão aplicada na armadura**Controle pela tensão aplicada no campo**Controle pela resistência na armadura (R_a)**Controle pela tensão aplicada na armadura e no campo*

Motores de passo

Sistemas de supervisão

*Principais características de
um sistema de supervisão*

SÍNTESE DIRETA

1. INTRODUÇÃO À AUTOMAÇÃO INDUSTRIAL

- A automação industrial permite a realização de tarefas sem intervenção humana direta, garantindo eficiência e precisão nos processos produtivos.
- Diferença entre mecanização (substituição do esforço humano por máquinas) e automação (máquinas controladas automaticamente).
- A evolução tecnológica levou ao desenvolvimento de sistemas automatizados, como CLPs (Controladores Lógicos Programáveis), sensores e atuadores.

2. HISTÓRICO DA AUTOMAÇÃO INDUSTRIAL

- Durante a Revolução Industrial, as primeiras máquinas automáticas começaram a ser utilizadas para otimizar a produção.
- A introdução da eletricidade permitiu maior controle e eficiência nos processos industriais.
- No século XX, surgiram os primeiros CLPs e computadores industriais, tornando os sistemas mais flexíveis.
- A automação moderna utiliza redes industriais, IoT e inteligência artificial para otimizar processos.

3. PROCESSOS INDUSTRIAIS

- Os processos industriais podem ser divididos em manufatura e processos contínuos.
- Nos processos de manufatura, há movimentação mecânica intensa e a produção ocorre em etapas bem definidas.
- Nos processos contínuos, a produção ocorre de forma ininterrupta, com controle rigoroso de variáveis como temperatura, pressão e vazão.

4. TIPOS DE AUTOMAÇÃO

- Automação rígida: projetada para a produção de um único produto, com alta eficiência e pouca flexibilidade.
- Automação programável: permite ajustes na produção por meio da reprogramação dos equipamentos.
- Automação flexível: combina características das anteriores, permitindo rápida adaptação às necessidades de produção.

5. CONCEITOS FUNDAMENTAIS

- **Processo:** conjunto de atividades coordenadas para atingir um objetivo produtivo.
- **Variável de processo:** qualquer grandeza mensurável que influencia o desempenho de um sistema automatizado.
- **Sensores:** dispositivos que captam informações do ambiente e enviam sinais elétricos para o sistema de controle.
- **Atuadores:** dispositivos que transformam sinais elétricos em ações físicas, como movimentação de motores e abertura de válvulas.

6. ELEMENTOS DA AUTOMAÇÃO

- **Relés e contadores:** componentes eletromecânicos que acionam e desacionam circuitos elétricos de forma automatizada.
- **Motores de corrente contínua (CC):** equipamentos utilizados para conversão de energia elétrica em mecânica, com controle de velocidade e torque.
- **Motores de passo:** dispositivos que realizam movimentação precisa por meio de impulsos elétricos sequenciais.

7. SISTEMAS DE SUPERVISÃO E CONTROLE

- O SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition) permite o monitoramento remoto e o controle de processos industriais.
- Sistemas de supervisão coletam e organizam informações dos equipamentos para melhorar a eficiência e a segurança da operação.

- Um sistema de supervisão eficiente deve apresentar interface amigável, registro de histórico de variáveis e comunicação com redes industriais.

8. CONTROLADOR LÓGICO PROGRAMÁVEL (CLP)

- O CLP é um dispositivo eletrônico programável que controla processos industriais e substitui circuitos de relés.
- A estrutura do CLP é composta por fonte de alimentação, CPU, memória e módulos de entrada e saída.
- Os CLPs podem ser programados em diferentes linguagens, como Ladder, Lista de Instruções, Blocos Funcionais e Texto Estruturado.

MOMENTO QUIZ

1. (IFRN) Os termistores são resistores termicamente sensíveis, capazes mudar sua resistência elétrica em função da temperatura. Em relação a esses tipos de componentes, analise as afirmativas a seguir:
 - I. O PTC é um tipo de termistor cujo o coeficiente de variação de resistência é negativo, ou seja, diminui com o aumento da temperatura.
 - II. Nos termistores, a relação entre a temperatura e a resistência elétrica é exponencial, assim, mudanças mínimas na temperatura do corpo geram mudanças significativas na sua resistência.
 - III. Os termistores podem ser utilizados como sondas de temperaturas desde aplicações industriais, aparelhagem médica, instrumentação automobilística até projetos militares.
 - IV. Construídos com cerâmica sob um substrato de platina e com uma relação entre temperatura e resistência pouco linear, os RTD's são considerados sensores de temperatura de baixa precisão.

Estão corretas as afirmativas:

- a) II e III.
- b) I e IV.
- c) II e IV.
- d) I e III.
- e) I, II e IV.

2. (IFRN) Sobre as Redes Industriais, suas tecnologias e protocolos, afirma-se:

I - Atualmente, nenhum fornecedor possui soluções de redes industriais proprietárias, o que permite que clientes não dependam de produtos de um único fabricante.

II - Dentre as topologias de redes para interconexão de dispositivos automatizados, a topologia de barramento é a que tem sido mais usada, devido a sua flexibilidade para ampliar a rede.

III - Todos protocolos de redes industriais são desenvolvidos para atuar apenas nos níveis de controle da automação, por isso utilizam o padrão elétrico de comunicação serial RS-232.

IV - O protocolo de comunicação industrial Profibus DP é um protocolo de rede determinístico que se utiliza do meio físico RS-485 ou fibra ótica no seu funcionamento.

Estão corretas as afirmações:

- a) I e III.
- b) II e IV.
- c) II e III.
- d) I e IV.
- e) III e VI.

3. (IFRN) O sensor utilizado como medidor de vazão de área variável, no qual o fluido escoar em um tubo cônico vertical, em que há um flutuador suspenso indicando a vazão, é:

- a) o Tubo de Pitot.
- b) do Tipo Turbina.
- c) a Placa de Orifício.
- d) o Rotâmetro.

e) o Eixo helicoidal.

4. A automação industrial pode ser classificada de acordo com sua flexibilidade na produção.

Qual das opções abaixo descreve corretamente a automação programável?

- a) Projetada para produzir um único produto com alta eficiência e pouca flexibilidade.
- b) Permite a modificação da sequência de operações para diferentes configurações de produtos.
- c) É capaz de produzir diferentes produtos sem necessidade de reprogramação.
- d) Depende exclusivamente de operadores humanos para realizar ajustes nos processos.

5. Os CLPs são amplamente utilizados na automação industrial para controlar processos de maneira eficiente. Qual das alternativas abaixo não corresponde a uma característica de um CLP?

- a) Substitui circuitos baseados em relés, tornando os processos mais flexíveis.
- b) Pode ser programado em diferentes linguagens, como Ladder e Blocos Funcionais.
- c) Depende de operadores para realizar manualmente todas as operações de controle.
- d) Possui módulos de entrada e saída que se comunicam com sensores e atuadores.

GABARITO QUIZ

QUESTÃO	ALTERNATIVA
1	A
2	B
3	D
4	B
5	C

REFERÊNCIAS

DYM, C. L.; LITTLE, P. Introdução à Engenharia: Uma abordagem baseada em projeto. 3ª ed. Porto Alegre: Bookman, 2010.

MORAES, C. C.; CASTRUCCI, P. L. Engenharia de Automação Industrial. 2ª ed. Rio de Janeiro: LTC, 2012.

SILVEIRA, P. R.; SANTOS, W. E. Automação: Controle Discreto. 9ª ed. São Paulo: Érica, 2012.

ROSÁRIO, J. M. Princípios de Mecatrônica. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2005.

GROOVER, M. P. Automação Industrial e Sistemas de Manufatura. 3ª ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2011.

NATALE, F. Automação Industrial. São Paulo: Érica, 2001.

OGATA, K. Engenharia de Controle Moderno. 5ª ed. Rio de Janeiro: Pearson Prentice Hall, 2012.

IFRS Câmpus Farroupilha. Projeto Pedagógico do Curso de Engenharia de Controle e Automação. Regimentos e Documentos do IFRS.



OBRIGADO!
CONTINUE ESTUDANDO.