

Introdução   Automação Industrial

Aula 01 - Automação Industrial: objetivos e histórico

Apresentação

Nesta aula, você verá uma breve introdução ao universo da automação industrial. Serão apresentados os objetivos, segmentos (controle discreto e controle contínuo) e os níveis da automação industrial, que também são conhecidos como a pirâmide da automação.

Objetivos

- Identificar os tipos de sistemas e controles automatizados;
- Identificar os objetivos da automação industrial;
- Reconhecer a arquitetura e os níveis de complexidade de um sistema de automação.

Motivação e histórico da automação industrial

A automação industrial é atualmente um dos itens indispensáveis na sociedade moderna. Apesar de não notarmos, sem ela, provavelmente, a maioria de nós não teria acesso a diversos itens pessoais, tais como computadores ou tablets. Por quê? Simplesmente porque a produção em larga escala com custos acessíveis estaria comprometida. No lugar das máquinas, teríamos inúmeras pessoas trabalhando na linha de produção, possivelmente aumentando os gastos e, conseqüentemente, o preço final dos produtos. Adicionalmente, o rendimento e a qualidade dos itens produzidos iriam depender significativamente do fator humano, que nem sempre é favorável. Muitas vezes, não estamos 100% concentrados, ou dispostos a realizar algumas tarefas.

Além de reduzir os custos de produção e manter a qualidade dos itens produzidos, um dos objetivos da automação é evitar que tarefas repetitivas sejam desempenhadas pelo homem. Como exemplo, considere uma pequena fábrica de xampu que não possui uma máquina de colocar tampas nos frascos. Em seu lugar, é alocada uma pessoa para executar essa função. Todos os dias, durante oito horas, o trabalhador é responsável por colocar uma tampa em cada frasco. Provavelmente, após vários meses, o funcionário passará a acordar, comer e dormir pensando em tampas de xampu. Claramente, isto não é uma atividade saudável para o ser humano, tanto no aspecto físico quanto mental.

Apesar de trazer inúmeras vantagens, é interessante ressaltar que a automação também agregou alguns pontos negativos, como o fechamento de vários postos de trabalho em virtude da substituição do trabalho manual pelo das máquinas. Porém, ao longo dos anos, a classe trabalhadora lutou por melhores condições de trabalho/salários e se adaptou à nova realidade da indústria (mão de obra mais qualificada). O filme *Tempos Modernos*, de 1936, com o famoso ator e diretor Charles Chaplin, retrata bem a situação de conflito homem x máquina na indústria. Vale a pena conferir o filme completo na internet (sugestão: busque por “tempos modernos filme completo”). Atualmente, parece que foi obtido um ponto de equilíbrio estável entre trabalhadores e empresas do setor.

Não é de hoje que os seres humanos se interessam em substituir o trabalho braçal pelo trabalho das máquinas. A invenção da roda, do moinho de vento e das rodas d'água são exemplos clássicos disso. Esse interesse se prolongou durante praticamente toda a sua história, da antiguidade até os dias atuais. Vejamos alguns fatos históricos que merecem destaque.

1. O início da Revolução Industrial (1760): antes da revolução, os itens comercializados na Europa eram produzidos de forma rudimentar por artesãos que utilizavam no máximo pequenas máquinas. A necessidade de expansão dos negócios, atrelada à crescente demanda da sociedade e à existência de mão de obra disponível, gerou uma revolução na forma de produzir estes itens. Os artesãos passaram a utilizar máquinas maiores, mas perderam o controle do processo produtivo, passando a atuar apenas como coadjuvantes.
2. O surgimento da energia elétrica na indústria (1870): a energia elétrica já havia sido identificada por Benjamin Franklin, porém só passou a ser utilizada com mais intensidade a partir de 1870. A iluminação a gás foi substituída pela iluminação elétrica, e a primeira planta de geração de energia elétrica foi desenvolvida e construída pelo inventor Thomas Edison. Essas novas tecnologias impulsionaram o desenvolvimento da indústria nesse período.
3. A linha de montagem automobilística de Henry Ford (1909): apesar de não ter inventado o automóvel, tampouco a linha de montagem, Henry Ford conseguiu otimizar o processo de fabricação de veículos, possibilitando a diversos americanos o sonho de comprar um automóvel. Para tal, foi preciso o desenvolvimento de novas tecnologias e mudanças significativas no processo de fabricação.
4. O desenvolvimento do primeiro computador totalmente eletrônico denominado ENIAC (1946): projetado e desenvolvido durante a Segunda Guerra Mundial, o ENIAC (Electronic Numerical Integrator and Computer) influenciou o desenvolvimento dos computadores modernos de uso geral. O seu primeiro trabalho era relacionado com estudos ultrassecretos do exército americano e foi finalizado em, aproximadamente, duas horas. Essa atividade necessitaria de muitos anos de trabalho com base nos métodos convencionais de cálculo da época.
5. A lógica a relé nas linhas de produção (1950): a partir dos anos de 1950, a lógica a relé passou a ser introduzida nas linhas de produção. Esse dispositivo foi capaz de implementar lógicas booleanas bem complexas,

acionando dispositivos de potência mais elevada (como motores, por exemplo) através de circuitos de baixa potência. Entretanto, apresentava algumas desvantagens como o alto consumo de energia, difícil manutenção e a necessidade de muitos fios.

6. O primeiro dispositivo lógico programável transistorizado (1968): com o advento do transistor monolítico (ou seja, na forma de um CI) desenvolvido em 1963, foi possível substituir vários relés por um único dispositivo mais compacto - o Controlador Lógico Programável (CLP). Em vez de incontáveis relés alocados em quadros metálicos que poderiam aquecer bastante, um dispositivo menor poderia ser utilizado, facilitando a manutenção e economizando recursos.
7. O aperfeiçoamento da comunicação dos CLP (1980): além de realizar as suas tarefas individuais, o CLP passou a se comunicar com outros CLP e dispositivos na linha de produção. Isso foi possível com o surgimento das redes industriais e dos protocolos de comunicação. Hoje, por exemplo, podemos utilizar um CLP ocioso da rede para controlar um processo que não possui um CLP local.

O que é automação?

De maneira geral, hoje, a automação é definida como um sistema dirigido por computador que substitui a intervenção humana, estando interligada através de redes de comunicação com sistemas de supervisão e interfaces homem-máquina (MORAES; CASTRUCCI, 2007).

Os objetivos da automação

O objetivo inicial da automação era reduzir os esforços diários e, assim, garantir um tempo livre para a realização de outras tarefas ou simplesmente descansar. Depois, surgiu a necessidade de se produzir em escalas maiores, expandindo os horizontes de consumo. Por fim, surgiu a necessidade de se produzir de forma mais eficiente, flexível e com mais qualidade. Em suma, podemos listar os seguintes itens como os principais objetivos da automação:

1. **Qualidade:** além do preço, a sociedade atual almeja produtos de melhor qualidade, o que se reflete num processo de fabricação com faixas de tolerância menores. Por exemplo, a empresa de tecnologia Apple, apesar

de dispor de um único modelo de telefone (iPhone), passou vários anos como líder de vendas no segmento de smartphones. Em parte, isso se deve a um controle de qualidade mais eficiente, uma compensação automática de deficiências e à utilização de processos de fabricação mais sofisticados.

2. **Flexibilidade:** durante muito tempo, as empresas de confecção do Rio Grande do Norte produziram lotes de tecido de grande porte e com cores bem padronizadas, sem a possibilidade de alterações nessa configuração. Ao longo dos anos, o mercado passou a requerer pequenos lotes de produção e com cores mais diversificadas. Assim, as empresas locais precisaram se adequar, porém sem evitar algumas perdas nesse período, pois não estavam devidamente preparadas. O grande vilão foi a planta de produção das empresas, que na época não era tão flexível ao ponto de atender às especificações de cada cliente. Novas máquinas foram compradas e instaladas, permitindo que as empresas voltassem a ser competitivas no mercado.
3. **Produtividade:** atualmente, na indústria automobilística, algumas unidades só serão produzidas após uma compra on-line pelo cliente. Funciona da seguinte forma: primeiro, o usuário escolhe as características do veículo (cor, tipo do banco, rodas etc.) e, em seguida, procede com o pagamento. Após a confirmação da solicitação, aquela unidade será confeccionada, armazenada e transportada até o destino final. Como o veículo só passa a ser produzido após uma compra on-line, gastos desnecessários com armazenamento e transporte são evitados. Além da produção just-in-time, a ideia também é produzir com refugo zero, ou seja, sem perdas de material, energia e/ou equipamentos no processo de fabricação.
4. **Viabilidade técnica:** incansavelmente, as empresas buscam novos procedimentos, materiais e tecnologias para tornar o impossível em algo viável de se produzir. Muitas tecnologias surgiram a partir de demandas consideradas inicialmente inviáveis, seja pelas limitações do homem para executar uma dada operação, ou pelas condições desumanas de trabalho. Um dos objetivos da automação é viabilizar tecnicamente a produção de algum item, mesmo que até o momento isso não seja possível.

Atividade 01

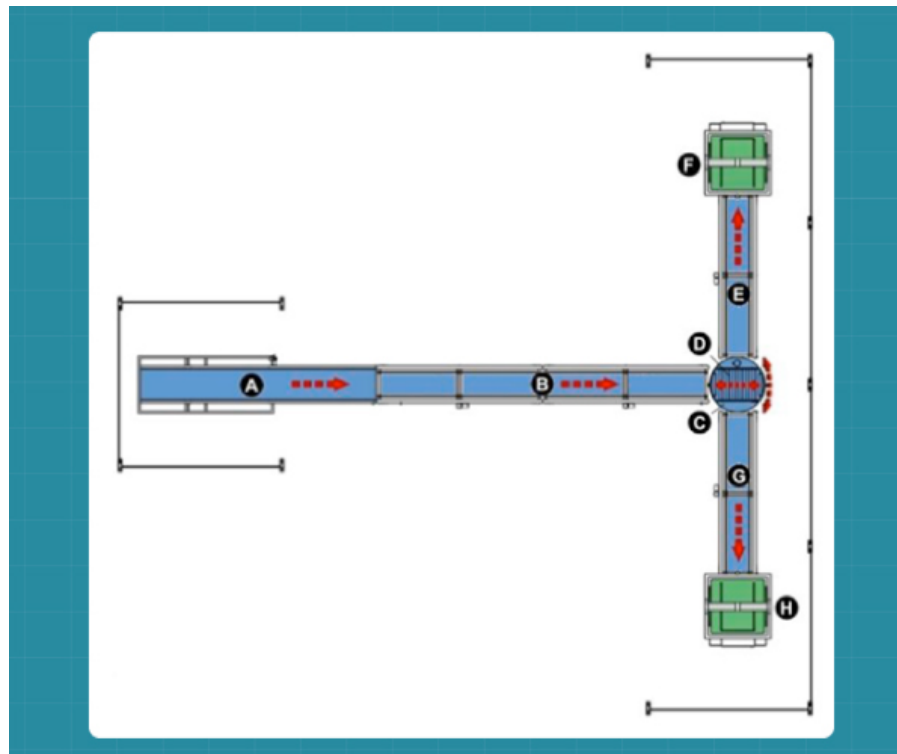
1. O que é mecanização? Pesquise na internet a respeito dos sistemas relacionados a seguir e defina qual deles é automação ou mecanização. Explique sua avaliação.
 - a. Sistemas de aquedutos da Roma Antiga;
 - b. Relógios mecânicos;
 - c. Máquina aritmética de Pascal;
 - d. Regulador centrífugo de James Watt.

Segmentos da automação

Existem basicamente dois segmentos da automação industrial, classificados de acordo com as variáveis a serem controladas, vejamos.

1. **Controle discreto:** corresponde ao controle responsável por movimentar pistões, ligar e desligar esteiras, acionar motores e outros dispositivos que trabalhem de forma binária (níveis lógicos 0 e 1). É observado principalmente na indústria automobilística, mas também está presente em outras indústrias de fabricação por lotes. Para exemplificar, considere o sistema abaixo (Figura 1). O objetivo é realizar o transporte de caixas do ponto A (entrada) até os pontos F ou H (elevadores de carga) de acordo com a altura das caixas que entram no sistema. As mais altas devem ser direcionadas para a esquerda (F), e as mais baixas para a direita (H). Esse processo de classificação é realizado através de sensores de altura no ponto B. Em seguida, as caixas são encaminhadas ao ponto C (mesa rotativa) onde, de acordo com a altura, são direcionadas para a esquerda ou direita. Por fim, as caixas são carregadas nas esteiras E ou G, chegando aos elevadores de carga F ou H. Observe que todos os dispositivos mencionados neste exemplo possuem dois estados: ligado e desligado (esteiras, motores da mesa e elevadores), ou nível alto e baixo (sensores de altura).

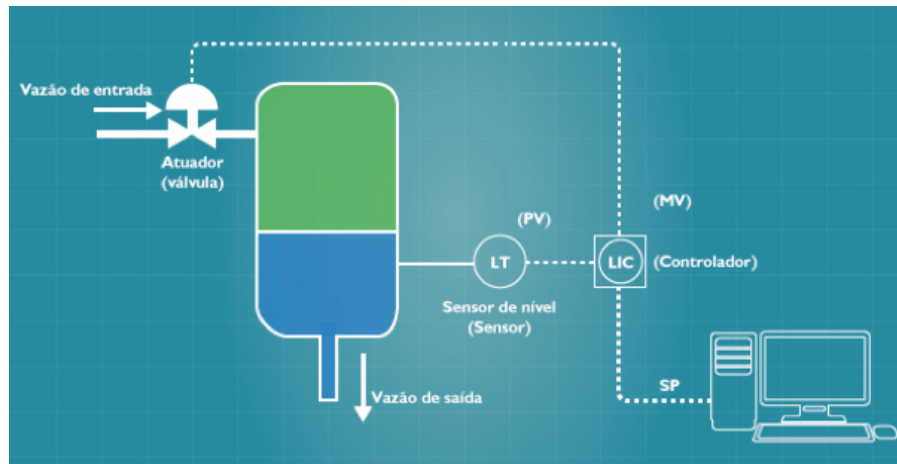
Figura 01



Fonte: Real Games (2008)

2. **Controle contínuo (ou controle regulatório):** corresponde ao controle responsável por regular o nível e/ou pressão de reservatórios, a vazão de dutos, a temperatura de caldeiras e fornos etc. Está presente principalmente na indústria química e petroquímica. Como exemplo, considere o sistema de controle a seguir (Figura 2). O objetivo é manter o nível do reservatório independente do consumo (vazão de saída) que é representado pela seta na vertical logo abaixo do reservatório. Para tal, o controlador, que pode ser uma pessoa ou um dispositivo eletrônico, deve atuar na válvula de controle, aumentando ou diminuindo a vazão de entrada em função de um nível desejado. Não podemos esquecer do sensor de nível, que é o elemento responsável por fornecer um sinal de tensão ou corrente proporcional ao nível do reservatório. Observe que a variável a ser controlada (nível do reservatório) pode assumir diversos valores dentro de uma faixa predeterminada pelo sensor. Por esta razão, podemos classificar tal sistema como sendo do tipo contínuo ou regulatório.

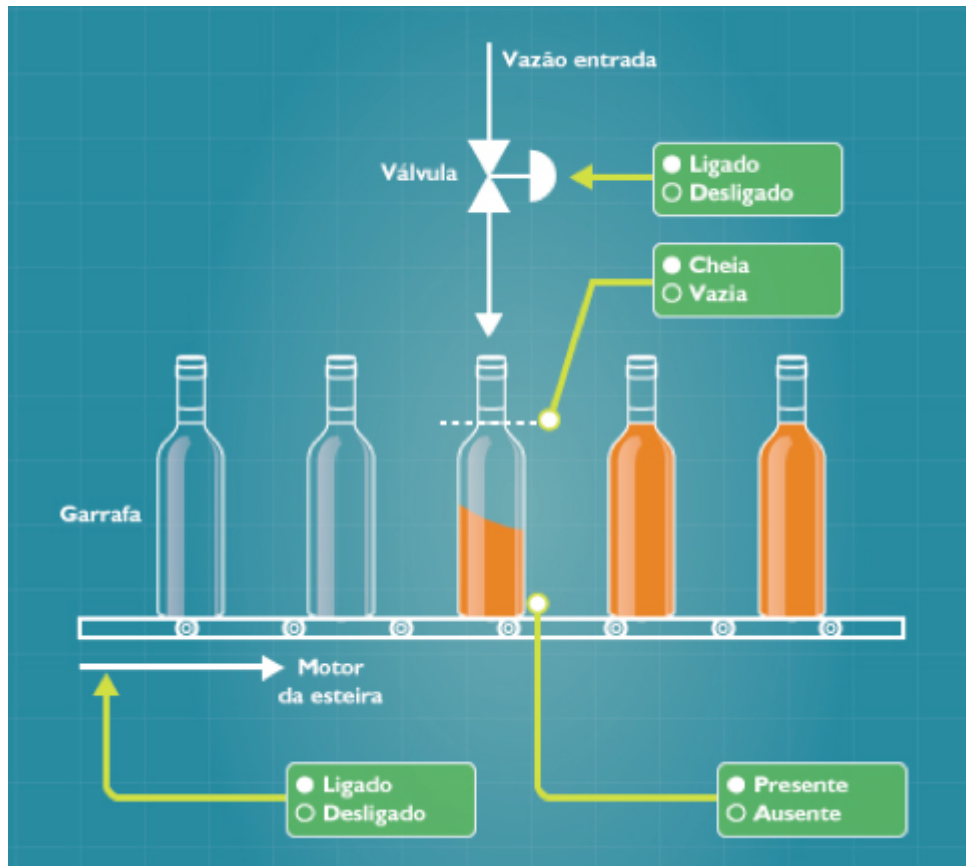
Figura 02



Fonte: Cavalcanti (2013)

Nem sempre é possível classificar um dado sistema como do tipo contínuo ou discreto. Alguns possuem características de ambos, realizando tanto o controle de variáveis discretas como contínuas. Tais sistemas são conhecidos como sistemas de **controle híbridos**. Por exemplo, considere que a vazão de saída da Figura 2 irá alimentar garrafas de refrigerante numa linha de produção. Além do controle de nível do reservatório (controle contínuo), vamos precisar de um controle discreto para lidar com os seguintes elementos: uma esteira (onde se encontram as garrafas), um sensor de presença (que indica se a garrafa está presente ou não), um sensor de indicação de nível (que indica se a garrafa está cheia ou não), e uma válvula para controlar a vazão de entrada (que está aberta ou fechada). O sistema completo (controle contínuo + controle discreto) corresponde a um exemplo de um sistema híbrido.

Figura 03



Fonte: Maitelli (2005)

Atividade 02

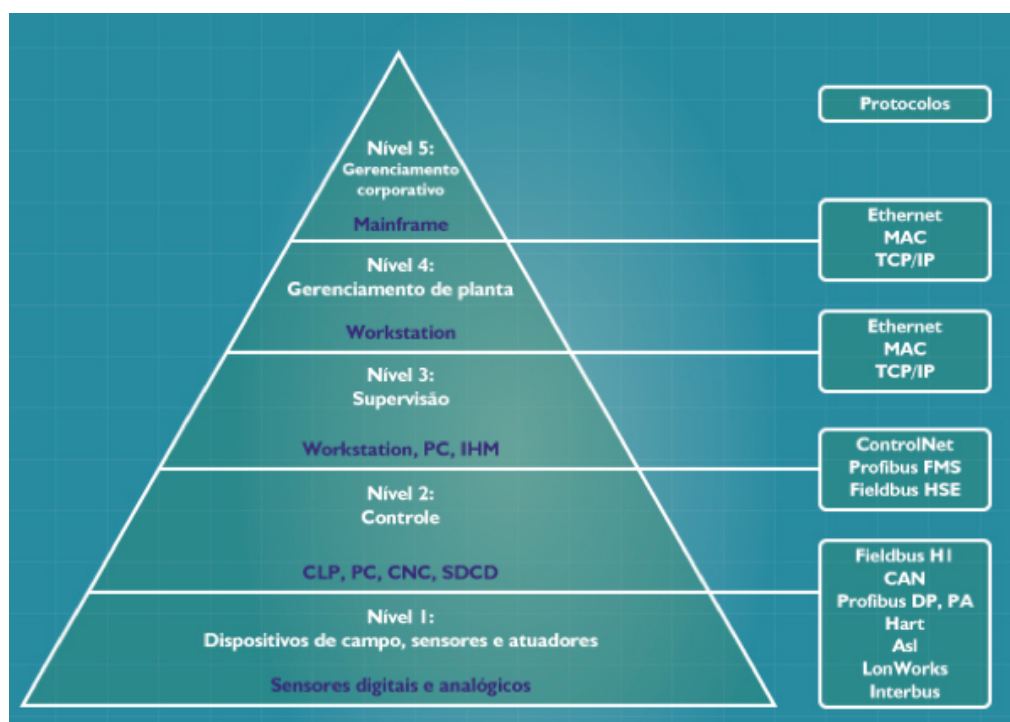
1. Pesquise na internet sobre fábricas de refrigerantes (sugestão: busque por “mega fábricas coca-cola”) e identifique alguns sistemas do tipo contínuo, discreto ou híbrido. Descreva ainda as várias etapas de cada processo (com os respectivos dispositivos utilizados) e, se possível, inclua diagramas que ajudem na compreensão.

Níveis da automação e tecnologias disponíveis

Por muito tempo, a palavra automação industrial esteve ligada diretamente aos dispositivos em campo, como sensores e atuadores. Apesar de mais próximos ao processo, eles não conseguem representar a complexidade do cenário atual da automação. Cada vez mais, as informações do chão de fábrica são utilizadas pelo

setor corporativo, seja para adquirir novos equipamentos ou reestruturar a planta atual de produção. O sentido contrário também é verdadeiro. A filosofia just-in-time exige uma boa comunicação entre o setor corporativo (setor de vendas) e o chão de fábrica, pois alguns itens só serão fabricados após uma demanda on-line, sendo necessária uma preparação prévia do setor de produção (chão de fábrica) para atender ao setor de vendas (setor corporativo). Neste contexto, surge a necessidade de um setor de logística para resolver os problemas relacionados com a entrega e com o estoque das mercadorias. A Figura 4 apresenta todos os níveis da automação industrial, que também ficou conhecida como a pirâmide da automação industrial.

Figura 04



Fonte: <<http://www.osetoreletrico.com.br/web/component/content/article/57-artigos-e-materias/343-xxxx.html>> Acesso em: 12 mar. 2014.

A seguir, você verá uma breve descrição de cada nível com as respectivas tecnologias envolvidas.

1. **Nível 1:** é o nível dos dispositivos de campo. Aqui estão presentes os **sensores, atuadores e transmissores**, além de outros elementos que atuam junto ao processo, como os conversores **AD/DA** (Analógico Digital/Digital Analógico).
2. **Nível 2:** é o nível dos controladores digitais, dinâmicos e lógicos. Aqui é realizado o controle individual dos processos, seja através de **CLP, SDCD**

(Sistema Digital de Controle Distribuído) ou **relés**.

3. **Nível 3:** permite o controle do processo produtivo da planta industrial. Possui um banco de dados com informações de índices de qualidade da produção, relatórios e estatísticas de processo, índices de produtividade e algoritmos de otimização da operação produtiva. Aqui se destaca a utilização de softwares de **supervisão**.
4. **Nível 4:** é o nível responsável pela programação e planejamento da produção, realizando o controle e a logística de suprimentos.
5. **Nível 5:** é o nível de administração de recursos da empresa, em que estão os softwares de gestão de vendas, gestão financeira e BI (Business Intelligence). O gerenciamento de todo o sistema se encontra nesse nível.

Atividade 03

1. O que é um Sistema Digital de Controle Distribuído (SDCD)? Apresente alguns exemplos dessa tecnologia.

Resumo

Nesta aula, fizemos uma breve introdução ao universo da automação industrial. Vimos que a partir dos anseios da sociedade, novas tecnologias e formas de produzir surgiram ao longo dos anos. Esse fato pode ser claramente observado nos principais objetivos da automação industrial: qualidade, flexibilidade, produtividade e viabilidade técnica. Além disso, foram apresentados os principais segmentos da automação, cuja classificação de um dado sistema depende do tipo das variáveis controladas. Por fim, falamos um pouco sobre os diferentes níveis da automação industrial, ou pirâmide da automação. Essa representação aborda os diferentes setores envolvidos na automação, desde o chão de fábrica até o setor corporativo.

Autoavaliação

1. Descreva o que é a automação industrial.
2. Por que surgiu a necessidade da automação industrial em nossa sociedade?
3. Apresente alguns exemplos de sistemas de controle do tipo discreto e do tipo contínuo.
4. Considere um sistema de geração de energia elétrica numa usina eólica. Suponha que desejamos controlar a amplitude e a frequência da tensão gerada, mudando apenas a inclinação das pás do aerogerador. Como podemos classificar esse sistema de controle em termos dos segmentos da automação?
5. Considerando a pirâmide da automação industrial, quais são os principais dispositivos que fazem parte do primeiro nível? Cite alguns exemplos de cada dispositivo.

Referências

CAVALCANTI, A. L. O. **Material da disciplina Controle e Servomecanismos do IMD**. Natal: EDUFRN, 2013.

MAITELLI, A. L. **Notas de aula da disciplina Controladores Lógicos Programáveis**. Natal: DCA/UFRN, 2005.

MORAES, C. C.; CASTRUCCI, P. **Engenharia de automação industrial**. 2. ed. São Paulo: LTC, 2007.

REAL GAMES. **Manual do usuário do software ITS PLC (rev. 1.2)**. Porto: Real Games, 2008.

ROSÁRIO, J. M. **Princípios de mecatrônica**. 1. ed. São Paulo: Prentice Hall, 2005.