

Introdução a Automação Industrial

Ana Claudia M. Lins de Albuquerque, Diego Rodrigo C. Silva
Departamento de Engenharia de Computação e Automação
Universidade Federal do Rio Grande do Norte
Campus Universitário s/n - 59072-970 - Natal - RN – Brasil
ana_c@engcomp.ufrn.br, diego@dca.ufrn.br

Resumo

Uma breve introdução sobre o vasto campo da automação industrial é ilustrada neste artigo. Desta forma, buscou-se, inicialmente, apresentar uma breve introdução aos sistemas automatizados, assim como dos princípios básicos que circundam a automação industrial, seus segmentos e objetivos. Além disso, procurou-se, de uma forma geral, abordar algumas tecnologias presentes em automação industrial, tais como redes de comunicação industrial, controladores lógico programáveis, sistemas de supervisão e sistemas de controle.

Abstract

A brief introduction on the vast field of industrial automation is illustrated in this paper. Therefore, initially, is presented a small introduction of automated systems. Also, it is mentioned the basics principles that surround industrial automation, its segments and goals. Furthermore, a general view on certain technologies used in industrial automation, such as industrial networks, programmable logical controllers, supervision systems and control systems is given.

I. Introdução

Na elaboração deste artigo, buscou-se fornecer uma visão ampla e geral sobre o que consiste a automação industrial. Apesar deste tema ser bastante abrangente, pretendeu-se mostrar de forma objetiva alguns aspectos básicos da automação industrial e algumas tecnologias envolvidas nos processos industriais automatizados. Sendo assim, inicialmente, preferiu-se apresentar uma introdução aos sistemas automatizados. Em seguida, foram abordados os princípios básicos da automação industrial, seus segmentos e seus objetivos principais. Por fim, foram mencionadas algumas tecnologias presentes na automação industrial. Entre elas, foram citadas as redes de comunicação industrial, os controladores lógico programáveis, os sistemas de supervisão e os sistemas de controle.

II. Introdução aos Sistemas Automatizados

Diariamente, nos relacionamos com sistemas automáticos desenvolvidos com o objetivo de facilitar o nosso cotidiano. A influência da automação industrial é tão forte que, na maioria das vezes, passa-se despercebida. Entretanto, ela pode ser facilmente encontrada em nossas casas, quando, por exemplo, a roupa é lavada em uma lavadora automática, ou quando um controle remoto é usado para abrir e/ou fechar o portão da garagem, ou até mesmo quando se esquentam a comida com o auxílio de um forno de microondas. Exemplos de automação industrial também estão presentes nas ruas, quando alguém retira dinheiro em um caixa eletrônico, ou quando alguém faz compras com cartão de crédito. Sendo assim, pode-se afirmar que estamos cercados pela automação industrial por todos os lados, e que até o nosso corpo pode ser considerado um prodigioso sistema de controle.

A automação industrial, além de presente em nossas vidas, está, também, presente nos processos industriais com o objetivo básico de facilitar os processos produtivos. Sendo assim, estima-se o desenvolvimento de um sistema otimizado capaz de proporcionar a redução dos custos, o aumento da quantidade, assim como da qualidade de itens produzidos e, também, reduzir o tempo necessário gasto para a produção. Portanto, pode-se notar que a automação industrial não atinge apenas a produção em si com a substituição do trabalho braçal humano por máquinas computadorizadas e robôs. Pelo contrário, ela encontra-se intimamente ligada aos sistemas de qualidade uma vez que é através dela que se garante a manutenção de uma produção sempre com as mesmas características e com alta produtividade, permitindo maiores ganhos na produção através da integração de tarefas distintas com a elaboração de projetos, com o gerenciamento administrativo e com a produção visando, por fim, atender o cliente num menor prazo, com preço competitivo e com um produto de qualidade.

Além do que já foi citado, vale ressaltar a importância da automação industrial no meio ambiente, uma vez que através da mesma pode-se garantir o cumprimento de novas normas ambientais, através de sistemas de controle de efluentes, controlando a emissão de gases, entre outros. Além disso, é importante citar que a automação industrial livrou o homem de tarefas repetitivas, de ambientes perigosos, de ambientes

insalubres, assim como de grandes esforços físicos, alocando essas responsabilidades para máquinas.

III. Princípios Básicos de Automação Industrial

Basicamente, tem-se que um sistema automático é aquele em que a operação manual executada pelo ser humano foi substituída por uma máquina que executa quase todas as operações em um determinado procedimento produtivo. Vale ressaltar, entretanto, a diferença entre mecanização e automação industrial. Na mecanização, temos que as máquinas são colocadas para ajudar o homem, porém dependem de sua ação de controle para serem operadas. A “inteligência” do sistema está, portanto, centrada no homem. Na automação industrial, por sua vez, as máquinas, além de livrarem o homem de esforços físicos, possuem também a capacidade do controle de suas operações. Sendo assim, temos que a “inteligência” está centrada na própria máquina, tendo o homem o papel de supervisionar a ação dos sistemas automatizados. Desta maneira, uma máquina automática irá representar um sistema no qual um processo programado é executado, quase que de forma autônoma, após sua inicialização, sendo desnecessária constantes intervenções humanas.

Portanto, tem-se que a automação industrial poderia ser definida como um conjunto de técnicas cujo objetivo seria tornar automáticos vários processos industriais através da substituição da mão de obra humana por equipamentos diversos. Entre as técnicas para automação industrial existentes, podem ser destacadas o comando numérico, os controladores lógicos programáveis, o controle de processos, os sistemas CAD/CAM, entre outras.

Sendo assim, conforme já podemos notar, a aplicação da automação industrial proporciona inúmeras vantagens, tais como a manutenção de um padrão de qualidade uniforme e permanente da produção, além de possibilitar um grande aumento na quantidade de itens a serem produzidos resultando, assim, na oferta de preços mais atrativos, e, principalmente, livrar a mão de obra humana da realização de trabalhos mais pesados e até perigosos.

IV. Segmentos da Automação Industrial

A automação industrial é dividida, basicamente, em dois segmentos, levando em consideração a manipulação das variáveis a serem controladas [1]. Quando a natureza dessas variáveis é, em sua maioria, do tipo analógico, tem-se um controle de processo do tipo contínuo. Por outro lado, quando a natureza das variáveis é, em grande parte, do tipo digital, tem-se um controle de processo do tipo discreto.

Pode-se definir um processo discreto como sendo aquele cuja operação é realizada em etapas [2]. Ou seja, primeiramente ocorre a alimentação do processo com a matéria prima, seguindo-se da reação e, finalmente, resultando-se na retirada do produto final. Desta maneira, tem-se que as indústrias manufatureiras de fabricação por lote, tais como as indústrias automobilísticas, caracterizam-se pelo uso de controle de processo do tipo discreto.

O controle de processo do tipo discreto, por sua vez, teve origem com a utilização de dispositivos eletromecânicos do tipo a relés. Sendo assim, tinha-se que contactores, temporizadores e dispositivos de proteção iriam constituir a base de projetos de intertravamentos elaborados em diagrama a relés capazes de efetuar o controle discreto. Para a simulação dos níveis lógicos, utilizou-se chaves e contatos. Desta forma, ao serem acionados eletricamente através de suas bobinas, seus contatos principais e auxiliares abrem e fecham mecanicamente, tornando-os lentos e susceptíveis aos desgastes. Quando utilizados em grande número para efetuar intertravamentos e temporizações, são agrupados em quadros metálicos onde cuidados com temperatura, umidade e poeira devem ser tomados. Portanto, além de esses dispositivos serem bastante robustos, ocupando, assim, muito espaço, devem ser instalados em locais apropriados onde não haja gases inflamáveis, uma vez que eles geram faíscas em seus acionamentos.

Entretanto, na década de 60, com o advento dos dispositivos microprocessados, surgiram os controladores lógicos programáveis (CLPs), onde a forma básica de programação origina-se da lógica de programação dos diagramas elétricos a relés. Os CLPs irão, assim, realizar uma rotina cíclica de operação, o que caracteriza seu princípio de funcionamento, e irão operar apenas variáveis digitais, realizando, desta maneira, controle discreto. Quando variáveis analógicas são manipuladas, chamamos esses dispositivos de controladores programáveis. Na seção VII, os CLPs serão abordados com mais detalhes.

O controle de processo do tipo contínuo, no entanto, desenvolveu-se, inicialmente, com o surgimento dos amplificadores operacionais. Na medida em que a microeletrônica evoluía, os controladores de processo contínuo também tornaram-se mais sofisticados, passando, assim, a utilizarem circuitos mais complexos, microprocessados, proporcionando, desta maneira, a utilização de poderosos recursos, assim como efetuando técnicas de ação de controle dos mais diversos tipos, tais como controle PID, PID adaptativo, lógica fuzzy, entre outras.

A partir de então, surgiram os controladores de processo contínuo de uma única malha de controle em *loop* (*single loop*) que, por sua vez, são muito utilizados para controlar temperatura de ambientes, de processos, pressão em líquidos, vazão em tubulação de gases, entre outros. Entretanto, os controladores de processo contínuo *single loop* passaram por uma evolução, controlando, agora, diversas malhas do processo, o que

resultou na origem de sistemas *multi loops*. Os sistemas *multi loops* são, assim, bastante importantes uma vez que são capazes de implementar e executar todos os tipos de ações de controle possíveis existentes tecnologicamente. Além disso, são capazes de controlar, simultaneamente, inúmeros pontos do processo por meio de grandes concentradores de dados (*mainframes*).

Com a introdução da instrumentação eletrônica nas indústrias químicas e de processo, tornou-se possível a instalação de salas de controle e monitoramento situadas a grandes distâncias do núcleo operacional. Sendo assim, todo controle efetuado ao longo do parque fabril seria, agora, centralizado em um único ponto. Entretanto, com o avanço de novas técnicas de transmissão de dados, ao invés de se implantar apenas uma única sala de controle central, diversas outras salas de controle distribuídas geograficamente foram interligadas entre si e conectadas a uma sala central de supervisão. Desta maneira, surgem as idéias básicas do controle hierárquico, evoluindo para o que chamamos de controle distribuído.

A técnica de controle distribuída, juntamente com o aparecimento das técnicas digitais irão, então, propiciar o aparecimento de uma nova filosofia de controle, o sistema digital de controle distribuído. Esse novo sistema será caracterizado pelos diferentes níveis hierárquicos estabelecidos pela comunicabilidade entre uma máquina de estado e outras. Tais processos, com suas unidades de controle, irão constituir nós que, além de integrar todo o sistema de supervisão com interfaces homem-máquina, abre, também, caminho para a intercomunicabilidade, assim como para uma futura padronização de todos os equipamentos de sensoriamento, controle e atuadores nos mais diferentes níveis. Desta maneira, um sistema digital de controle distribuído pode ser representado por uma sala central, gerenciadora de controle e supervisão global, microprocessada em rede com vários outros controladores de responsabilidade local. Portanto, pode-se observar uma transformação de processos automatizados em verdadeiros sistemas de automação supervisionados, capazes de rastrear todas as etapas do processo produtivo, assim como propiciar flexibilização e aumento da capacidade de integração de seus componentes. Sendo assim, obtém-se um aumento do processo e do nível de automação de forma natural e contínua.

V. Objetivos da Automação Industrial

A automação de um processo industrial, ou de apenas uma operação do mesmo, pode ser justificada economicamente por inúmeros fatores com base em diferentes critérios.

No que diz respeito a manutenção de um padrão de qualidade, tem-se que a automação industrial irá proporcionar um controle de qualidade bastante eficiente através de compensações automáticas de

deficiências dos processos e pelo uso de processos de fabricação sofisticados.

Tem-se, também, que através da implantação de automação nos processos industriais, os mesmos se tornam mais flexíveis, ou seja, a capacidade de admitir com facilidade e rapidez alterações nos parâmetros do processo de fabricação aumenta consideravelmente, possibilitando, desta forma, inovações freqüentes no produto, atendimento a especificidades de clientes e produção de pequenos lotes.

A automatização dos processos industriais faz, também, com que a produtividade aumente. Desta forma, tem-se que recursos como matéria prima, energia, equipamentos e instalações serão utilizados de forma mais eficiente uma vez que fica possibilitada a produção de refugo zero, como consequência de uma supervisão de qualidade, além de redução dos estoques.

Por fim, tem-se que a automatização das indústrias proporciona uma maior viabilidade técnica, permitindo a execução de operações impossíveis de serem realizadas com a utilização de métodos convencionais suprimindo, assim, necessidades de processamento imediato de grande volume de informações e/ou complexidade, limitações humanas para execução de determinadas operações e, também, livrando a mão de obra humana de ambientes com condições de trabalho adversas.

VI. Redes de Comunicação Industriais

Devido ao aumento da complexidade dos processos industriais, assim como pela distribuição geográfica que se tem acentuado nas novas instalações industriais, os sistemas de automação e controle vêm se apoiando cada vez mais em redes de comunicação industriais. Portanto, é bastante rara a implementação de sistemas que não incluam alguma forma de comunicação de dados, seja local, através de redes industriais, seja remota, implementadas em sistemas SCADA, que são sistemas para aquisição, supervisão e controle de processos.

Embora a disseminação de aplicação de comunicação seja recente em ambientes industriais, tem-se que diferentes esquemas de comunicação de dados que buscam estruturas para garantir a segurança na transmissão dos dados, assim como a velocidade de comunicação vêm sendo desenvolvidos há bastante tempo. Um modelo bastante abrangente para os vários requisitos de comunicação no ambiente industrial é o de três níveis diferentes de requisito [3]. São eles, o nível de informação, o nível de automação e controle e o nível de dispositivos de campo.

O nível de informação caracteriza-se por grandes volumes de troca de dados com constantes de tempo da ordem de grandeza de segundos. O nível de automação e controle, por sua vez, caracteriza-se por volumes moderados de dados com constantes de tempo da ordem de grandeza de centenas de milisegundos. Além disso, é orientado para integração entre unidades inteligentes, de natureza diversa. Apresenta aplicações de característica

contínua, de baixa velocidade e alta segurança, assim como mensagens complexas, com razoável nível de informações de diferentes propósitos. Por fim, o nível de dispositivos de campo caracteriza-se por volumes menores de dados com constantes de tempo da ordem de grandeza de dezenas de milisegundos (tempos de resposta muito curtos). É orientada a sensores e atuadores, tipicamente de natureza discreta. As ações, por sua vez, são executadas no nível dos dispositivos, sem necessidade de interação com níveis superiores.

Tem-se, em geral, que uma implementação de diferentes redes para atender cada característica específica de cada um dos níveis faz-se necessária, uma vez que dificilmente uma única rede de comunicação local poderá atender todos os três níveis. De uma forma geral, usualmente coloca-se como primeira questão, quando se está analisando o desempenho de uma rede, a taxa de transmissão de bits da mesma. Em seguida, considera-se o protocolo utilizado e, por fim, o mecanismo de troca de dados. Entretanto, o impacto sobre o desempenho de uma rede nesse aspecto é exatamente oposto a essa consideração: o efeito maior sobre o desempenho é dado pelo modelo, seguido pelo protocolo e finalmente pela taxa de transmissão. Sendo assim, pode-se concluir que não adianta estabelecer uma alta taxa de transmissão e comunicar a altas velocidades se os dados em questão estão mal dispostos ou redundantes.

A camada de enlace, responsável pelo mecanismo de entrega de pacotes, tem sido implementada tradicionalmente em redes industriais com a estrutura origem/destino. Essa implementação irá, então, agregar a cada mensagem enviada o endereço da estação de destino. Entretanto, tem-se que, em determinadas circunstâncias, essa implementação pode ser ineficiente, uma vez que, supondo um mesmo dado deve ser transmitido a vários nós de uma mesma rede, o dispositivo que está transmitindo este dado deverá emitir uma mensagem com ambos endereços origem/destino para cada nó que deva receber tal mensagem. Desta maneira, tem-se que o tráfego da rede aumenta intensamente, além de constituir uma operação repetitiva contendo sempre o endereço do dispositivo a ser enviado tal mensagem. Além disso, um outro problema surgiria caso houvesse necessidade de sincronizar vários dispositivos pertencentes a uma mesma rede. Neste caso, a operação de sincronismo fica bastante dificultada, uma vez que ao ser necessário mandar mensagens consecutivas a todos os dispositivos a serem sincronizados, ocorre um deslocamento desse instante de sincronismo.

Sendo assim, em redes industriais mais recentes, um outro modelo para implementar a camada de enlace é utilizado. Este novo modelo, chamado de produtor/consumidor, baseia-se no simples conceito de que alguns dispositivos são produtores de informações e outros, por sua vez, são consumidores. Desta maneira, na medida que um produtor disponibiliza sua informação, a mesma é colocada na rede disponível para todos os dispositivos que sejam seus consumidores

simultaneamente. Sendo assim, o número de mensagens a serem emitidas reduz bastante, assim como o comprimento das mesmas, já que não será mais necessário incluir ambos endereços de remetente e destinatário em cada uma delas, sendo necessário, apenas, identificar a informação a ser transmitida. Portanto, a implantação do modelo produtor/consumidor na implementação da camada de enlace, resulta em redes industriais mais eficientes no que diz respeito a maximização de troca de dados, além de proporcionar um aumento de suas flexibilidades. As redes industriais *Foundation Fieldbus*, *WorldFIP*, *ControlNet* e *DeviceNet* fazem uso deste modelo produtor/consumidor.

VII. Controladores Lógico Programáveis

O CLP consiste em um aparelho digital com memória programável onde são armazenadas instruções que implementam as mais diversas funções, que, por sua vez, são utilizadas no controle de vários tipos de máquinas e processos, através de módulos de entrada e saída (digital e analógica). Sendo assim, trata-se de um sistema modular composto basicamente de fonte de alimentação, CPU, memória, módulos de entrada e saída, linguagens de programação, dispositivos de programação, módulos de comunicação e módulos especiais.

A Figura 1 ilustra a arquitetura básica de um CLP.

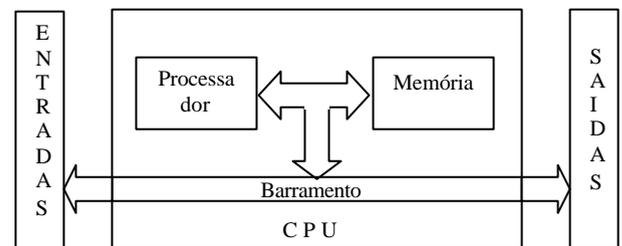


Figura 1: Arquitetura básica de um CLP

Algumas características mais relevantes dos CLPs são:

- O seu caráter modular, que permite adequar o controlador para qualquer aplicação;
- A sua flexibilidade, uma vez que o CLP pode ser facilmente aplicado a qualquer tipo de processo através de modificações do programa, sem ser necessário mexer na instalação;
- A possibilidade de comunicação com outros CLPs ou componentes, o que possibilita a distribuição de tarefas de controle e a centralização das informações através de computadores onde rodam aplicativos de supervisão;
- Redundância, ou seja, fornecimento de módulos e CPU's redundantes (com mais de

uma CPU) que garantem uma altíssima confiabilidade de operação até nos processos mais exigentes.

VIII. Sistemas de Supervisão

No nível de controle do processo das redes de comunicação situa-se o *software* de supervisão. Este *software* será o responsável pela aquisição de dados diretamente dos CLPs para o computador, assim como pela sua organização, utilização e gerenciamento, podendo ser configurado para taxas de varredura diferentes entre CLPs e, inclusive, entre pontos de um mesmo CLP. Os dados adquiridos, por sua vez, devem ser condicionados e convertidos em unidades de engenharia adequadas, e, em seguida, devem ser armazenados em um banco de dados operacional. O *software* deve permitir que estratégias de controle possam ser desenvolvidas através do uso de funções avançadas e de módulos dedicados para implementação de funções matemáticas e booleanas, por exemplo. É a partir destes módulos que o controle das funções do processo poderá ser realizado no *software* aplicativo de supervisão. Os dados adquiridos, por sua vez, podem ser manipulados de modo a gerar valores para parâmetros de controle como *set-points* e são armazenados em arquivos padronizados que podem ser acessados por programas de usuários.

Portanto, o conjunto de programas gerado e configurado no *software* básico de supervisão, implementando as estratégias de controle e supervisão, telas gráficas de interfaceamento homem-máquina, aquisição e tratamento de dados do processo, gerência de relatórios e alarmes, irá constituir o *software* supervisor. Vale ressaltar que o conjunto de telas do *software* de supervisão deve permitir o controle e a supervisão completa de toda a planta pelos operadores. As telas, por sua vez, deverão ser organizadas em estruturas hierárquicas, do tipo árvore, permitindo, assim, um acesso seqüencial e rápido.

IX. Sistemas de Controle

Um sistema de controle consiste em uma interconexão de componentes formando uma configuração tal que gere a reposta desejada para o sistema. A saída do sistema normalmente é a variável controlada, enquanto que a entrada normalmente é a variável manipulada, variando de modo a afetar o valor da variável controlada de maneira desejada [4].

Um sistema de controle em malha aberta geralmente utiliza apenas um atuador para obter a resposta desejada, como ilustra a Figura 2. O atuador é responsável pela conversão e compatibilização de

grandezas físicas e pela elevação do nível de potência necessários para excitar diretamente a planta.



Figura 2: Sistema de Controle em Malha Aberta

Em um sistema de controle de malha fechada, por sua vez, utiliza-se uma medida de saída efetiva para compará-la com a saída desejada. A medida do sinal de saída, obtida por um sensor, é chamada de sinal de realimentação. A Figura 3 ilustra um sistema de controle em malha fechada com realimentação.

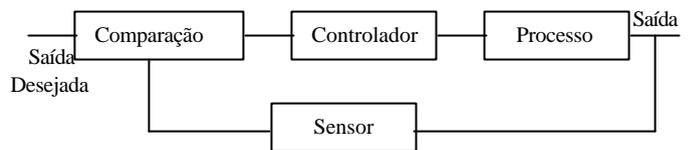


Figura 3: Sistema de Controle em Malha Fechada com Realimentação.

X. Conclusões

Conforme pode-se perceber, a aplicação de técnicas de automação nas indústrias é de fundamental importância uma vez que as mesmas proporcionam inúmeras vantagens para a produção, tais como a manutenção do padrão de qualidade, o aumento da flexibilidade, o aumento da viabilidade técnica, o que permite a execução de operações impossíveis de serem realizadas com a utilização de métodos convencionais e livra a mão de obra humana da realização de trabalhos mais pesados e perigosos, e, também, possibilita um aumento de produtividade, resultando, assim, em uma oferta de preços mais atrativos.

Referências

- [1] André L. Maitelli, "Controladores Lógicos Programáveis", <ftp://ftp.engcomp.ufrn.br/maitelli/clp>.
- [2] Tutorial – Fundamentos de Automação Industrial, <http://www.senaiformadores.com.br/Cursos/01/>.
- [3] Apostila sobre Automação Industrial, <http://www.terravista.pt/Fernoronha/2604/download.htm>
- [4] Adelardo A. D. de Medeiros, "Modelagem e Análise de Sistemas Dinâmicos", www.dca.ufrn.br/~adelardo.