III SIMTEC
Simpósio de Tecnologia da Fatec Taquaritinga

A AUTOMAÇÃO COMO FERRAMENTA DE MELHORIA EM UM PROCESSO PRODUTIVO

THE AUTOMATION HOW A IMPROVEMENT TOOL IN A PRODUCTION PROCESS

Antonio Marcos Roncoli - am_roncoli@hotmail.com

Paulo Henrique Lanzotti - paulolanzotti@yahoo.com.br

Faculdade de Tecnologia de Taquaritinga (FATEC) – SP – Brasil

RESUMO

Este artigo tem como objetivo demonstrar a evolução da automação industrial e sua ligação com uma produção qualificada, definindo como a aplicação de processos automatizados pode impactar o processo produtivo de uma fábrica. Inicialmente, através de uma revisão bibliográfica, foram levantados conceitos de mecanização e automação, de seu surgimento e evolução, para posterior análise das possíveis relações entre eles. Foi realizado um estudo de caso em uma fábrica do ramo alimentícia, onde uma análise sobre o desempenho de uma máquina empacotadeira apontou diversos problemas e, em cima desses dados, foi projetado internamente à conversão de seu sistema mecanizado, para automatizado, a fim de atingir uma melhoria e flexibilidade em seu processo. Posteriormente uma análise crítica relacionando os benefícios obtidos após a conversão, em suas diversas áreas do processo produtivo e seu custo, os sistemas de controle e as tecnologias envolvidas.

Palavras-chave: Automação. Mecanização. Máquina Empacotadeira.

ABSTRACT

This article aims to demonstrate the evolution of the industrial automation and your connection with a qualified production, defining how the application of automated processes can impact the production of a factory process. Initially, through a literature review, it was raised concepts of mechanization and automation, its emergence and evolution, for further analysis of the possible relationships between them. Performed was a case study in a factory of food industry, where a review about the performance packaging machine, where they found miscellaneous errors and, upon such data it was internally designed to convert its mechanized system for automated, in order to achieve an improvement and flexibility in your process.

Later a critical analysis relating the benefits obtained after conversion, in its various areas of the production process and its cost , the control systems and the technologies involved.

Keywords: Automation. Mechanization. Packaging Machine.

COMO REFERENCIAR ESTE ARTIGO:

RONCOLI, Antonio Marcos; LANZOTTI, Paulo Henrique. A automação como ferramenta de melhoria em um processo produtivo. In: **III SIMTEC – Simpósio de Tecnologia da FATEC Taquaritinga**. Disponível em: <www.fatectq.edu.br/SIMTEC>. 11 p. Outubro de 2015.

1 INTRODUÇÃO

A automação é o processo pelo qual o trabalho do homem é substituído por máquinas, que são capazes de produzir de forma mais precisa, veloz e econômica. Seu papel vem sendo modificado constantemente na medida em que novos problemas surgem acompanhando a constante evolução de componentes de um sistema de automação, desde os primeiros sistemas baseados em controle automático, mecanizado até os sistemas baseados nas tecnologias atuais, como a microeletrônica.

De acordo com Pereira (2004), historicamente, os desenvolvimentos científicos e tecnológicos tem uma dependência maior de intervenções políticas do que econômicas. O autor cita como exemplos a invenção do parafuso, feita por Arquimedes a partir de uma ordem de seu Rei, que buscava uma solução para elevar seus navios de guerra e a evolução do avião, que, a partir do momento em que os militares observaram que o mesmo poderia ser uma eficiente máquina de guerra, sem nem sequer observar seu valor como meio de transporte, diferente dos experimentos de Da Vinci, por exemplo.

Silveira e Santos (2007), destacam o início da utilização desses desenvolvimentos para a formação de uma sociedade, industrialmente, mais produtiva, visando o consumo e sucesso financeiro. Esse novo modelo de visão se expandiu com a explosão da revolução industrial, iniciada na Inglaterra, em meados do século XVII. A partir de então, a evolução tecnológica industrial teve seu ápice, que se mantém em evolução até os dias de hoje, sem data de término.

As empresas do ramo de alimentos têm trabalhado com alta demanda e grande competição no mercado, devido às exigências naturais do consumidor final. Grandes empresas têm investido no desenvolvimento de novos produtos alimentícios industrializados, e consequentemente na automatização dos processos, buscando excelência na qualidade do

produto e boa aparência, fundamentais no primeiro contato do consumidor com o produto, e principalmente praticidade e eficiência na produção do produto.

O artigo apresenta um contexto histórico sobre a evolução e uso da automação e um estudo de caso onde essa ferramenta foi utilizada para obter uma melhoria em um processo de uma empresa do ramo alimentícia, análise dos resultados obtidos com a melhoria, a evolução histórica de sistemas mecanizados e automatizados e seu impacto socioeconômico.

2 REVISÃO DA LITERATURA

2.1 A Evolução dos Processos de Manufatura: Mecanização

De acordo com Scopel (1995), a tecnologia pode ser utilizada a ‘grosso modo’, transformando movimentos mecânicos em auxílio à produção de determinado produto, sem uma grande intervenção de novas tecnologias.

> Tão logo a máquina possa executar sem ajuda do homem todos os movimentos necessários para elaborar a matéria-prima, ainda que o homem vigie e intervenha de vez em quando, teremos um sistema automático de maquinaria [...] (MARX, 1976, p.317).

Sighieri e Nishinari (1973) destacam a caracterização da primeira revolução industrial, onde foi substituído o trabalho muscular humano por máquinas motrizes, e assim definindo o conceito de mecanização como a utilização de ferramentas e máquinas para auxílio ou substituição do trabalho humano nas tarefas industriais. Entretanto, um sistema mecanizado pode substituir o trabalho humano, porém não necessariamente será um sistema automatizado.

Existem indícios pré-históricos da utilização de máquinas pelos homens, como ferramentas para auxiliá-los em algum objetivo e com a evolução histórica, alternativas de mecanização que revolucionaram o conceito industrial surgiram, se destacando a máquina a vapor do inglês James Watt e o "slide-rest" de Henry Maudsley, citados por Pereira (2004).

De acordo com Marx (1976), desta forma, se consegue produzir as formas geométricas, de distintas peças, de diversas máquinas, com um grau maior de facilidade, rapidez e precisão que nenhuma experiência adquirida durante a vida de trabalho poderia proporcionar à mão do ser humano mais hábil.

Posteriormente, outras fontes de energias muito mais eficientes foram colocadas a serviço do ser humano, como o surgimento de motores à explosão e combustão interna, que

continuaram com o desenvolvimento industrial, contribuindo para uma eficácia cada vez mais intensa do trabalho.

Franceschi e Antonello (2014) dividem os elementos de máquinas mecânicas em elementos de fixação, elementos de apoio de fixação, elementos de flexíveis elásticos, elementos de vedação, elementos de transmissão elementos de acoplamento.

De acordo com Viana (2002), com a evolução de equipamentos, com altíssima produtividade e cada vez mais sofisticadas, a exigência de disponibilidade e flexibilidade foi às alturas onde a inatividade significa custo e desperdício. Portanto não basta ter bons equipamentos de produção, é preciso ter conhecimento para usá-las e torna-las produtivas.

Potanto, o custo para se manter uma máquina em perfeitas condições não é nada pequeno, e é algo raro nas indústrias o olhar otimista para a manutenção, que normalmente é visto apenas como prejuízo, e o investimento em peças precisas e de alta qualidade para ser possível a realização de intervenções eficazes.

> De uma forma geral, existe um grande preconceito com relação aos desenvolvimentos na Engenharia de Precisão, taxados como "muito caros". Mas se forem analisados os benefícios que trazem, ver-se-á que os custos desses desenvolvimentos são, em grande parte, justificados. (Pereira, 2004, p. 2).

As vantagens no investimento da engenharia da precisão citadas por Pereira (2004), significa uma melhoria nos elementos críticos de cada equipamento, podendo eliminar muito material 'excessivo' de uma máquina. Como exemplo o Boeing 177, que após um avanço tecnológico em peças críticas, foi possível eliminar elementos que foram fabricados para compensar a falta de qualidade dessas antigas peças, resultando na diminuição de uma tonelada de material.

2.2 Automação

Na busca incessante do homem em aprimorar seus processos produtivos através dos séculos, a partir da segunda metade do século XX, finalmente a tecnologia se desenvolveu ao ponto de permitir automatizar estes processos.

Como visto anteriormente, Sighieri e Nishinari (1973) definem a mecanização como o uso de maquinaria e ferramentas para auxiliar ou substituir o homem em suas tarefas industriais, mas que não necessariamente seja um sistema automatizado. Pois então, após a "mecanização", surgiu a automação, definida como a introdução da mecanização, não só em trabalhos físicos industriais, mas também em trabalhos mentais, mesclando-as.

Moraes e Castrucci (2007) definem automação como sendo qualquer sistema que, se apoiando em computadores, é capaz de substituir o trabalho humano, agregando valor à qualidade do produto, reduzindo custos no processo e aumentando a produtividade sem afetar a segurança das pessoas, aperfeiçoando processos industriais, serviços ou bem estar humano.

Historicamente, Silveira e Santos (2007) classificam o advento da automação industrial com o surgimento do controle numérico, que tem como princípio de funcionamento o recebimento de um programa pela unidade de entrada, a leitura, interpretação, armazenamento e finalmente a execução do programa. Com o advento dos microprocessadores, a extensão lógica do controle numérico foi o controle numérico computadorizado, o CNC.

> Um controlador automático compara o valor real da saída do processo com o valor desejado, determina o desvio e produz um sinal de controle que reduz o desvio a um valor nulo ou muito pequeno. A maneira pela qual o controlador automático produz o sinal de controle é denominado ação de controle. (OGATA, 1982, pág. 169).

2.3 Controlador Lógico Programável (CLP)

De acordo com Silveira e Santos (2007), em 1968, na General Motors Corporation, foi realizada a primeira experiência de controle de lógica, que permitiu a programação por recursos de software. Um minicomputador, capaz de usar dispositivos periféricos e realizar operações de entrada e saída, a partir de sua programação, representou vantagens técnicas de controle enormes, o que sustentou seu custo e implantação na época. Inicia-se aqui a era dos controladores de lógica programável.

Um controlador lógico programável é um dispositivo especializado semelhante a um computador utilizado na substituição de bancos de relés eletromagnéticos em controles de processos industriais. (TOKHEIN, 2013)

Pode-se observar na Ilustração 1 que o processo de funcionamento de um CLP se baseia em três etapas distintas, sendo elas: entradas, processamento e saídas. Essa arquitetura é baseada em microprocessadores.

Ilustração 1 - Estrutura básica de funcionamento de um CLP



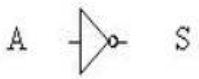
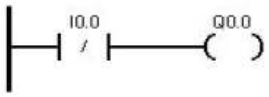
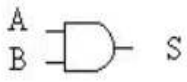
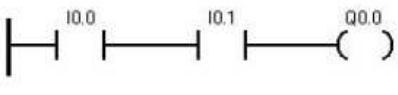
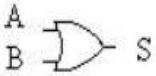
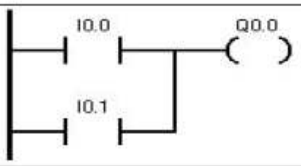
Fonte: Carrilho (2005)

Varella (1998) define elementos de entrada como os responsáveis por emitir sinais de comando ao CPU (unidade central de processamento) e em geral são elementos simples, possuindo uma eletrônica não muito inteligente, emitindo sinais ligado (1) ou desligado (0), como botoeiras e sensores ópticos, e em alguns casos a variação de sinal, como por exemplo, sensores de temperatura, e elementos de saída como responsáveis pela atuação do sistema de todo o processo controlado, como por exemplo, motores e válvulas. O CPU é o centro do sistema, onde está armazenado o programa e toda a inteligência necessária para o sistema, é onde ocorre a lógica binária.

> A lógica binária possui apenas dois valores que são representados por 0 e 1. A partir desses dois símbolos construímos então uma base numérica binária. A partir desses conceitos foram criadas as portas lógicas, que são circuitos utilizados para combinar níveis lógicos digitais de formas específicas. (SILVA FILHO. 2011, p.5).

Pode-se observar na Ilustração 2 as portas mais utilizadas em programação de CLP, denominadas de not, and e or.

Ilustração 2 - Comandos NOT, AND e OR.

Portas Lógicas	Símbolo	Expressão	Ladder
NOT		$S = \overline{A}$	
AND		$S = A \cdot B$	
OR		$S = A + B$	

Fonte: Silva Filho (2011)

Essas portas trabalham operando sistemas binários, onde, se verdadeiro correspondem ao valor 1, e se falso, ao valor 0. Conforme apresentado na ilustração acima, a porta not, quando A for verdadeiro (1), aciona a saída S, sendo assim a porta de comando mais básica entre as três, com apenas uma condição. A porta and, precisa que tanto A quanto B estejam verdadeiras para que S seja ativo, portanto duas condições. Já a porta or, acionará a saída S quando A for verdadeiro e B falso, quando B for verdadeiro e A falso, ou quando ambos estiverem verdadeiros, portanto, três condições.

3 ESTUDO DE CASO

O estudo de caso foi desenvolvido a partir de informações obtidas em uma empresa do ramo alimentício, denominada empresa Alfa, que atua principalmente na produção de doces. Entre as máquinas utilizadas pelo processo produtivo, a escolhida para o estudo de caso foi uma tipo *flow pack*, máquina responsável pelo envase e moldagem de doces empacotados.

Normalmente, em empresas pratica-se algumas adequações visando uma melhoria imediata em seus processos produtivos. A automação aplicada nesses processos é planejada e executada, baseando-se em algum problema apontado anteriormente ou em busca de melhoria.

Após uma análise de produção dessa máquina, foram constatados alguns aspectos passíveis de melhoria, e como base em novos modelos de máquinas empacotadeiras, foi planejada e executada a conversão dessas máquinas de mecanizada para automatizada.

O elemento de transmissão da máquina, pela necessidade de extrema precisão e força em seus movimentos, era por meio de um eixo excêntrico, que corria por toda extremidade da máquina e comandava toda sua movimentação. Apenas a tração do filme do produto era independente do eixo excêntrico, trabalhando por um motor individual.

A degradação do eixo excêntrico em si não era um grande obstáculo para a produtividade do equipamento, uma vez que é feito de uma liga nobre de aço. Porém, os elementos de fixação e de apoio à fixação eram constantemente danificados, até por motivos de custo, buchas e mancais eram de um material mais frágil, o que gerava constante manutenção e troca de materiais. Cada um desses elementos precisa estar em perfeitas condições de trabalho para que a máquina mecânica possa exercer sua função com precisão e eficiência. Por isso, é de extrema importância a manutenção em sistemas mecanizados, uma

correta lubrificação, de maneira periódica e pontual, e análise de possíveis desgastes em alguns elementos.

Devido à necessidade de atender a demanda, o pouco tempo provido para manutenção e a grande utilização da máquina, era praticamente rotina a manutenção nessa máquina, já que esse desgaste gerado em elementos de apoio ou fixação, principalmente, fazia com que o sistema de selagem perdesse poder de ação prejudicando a qualidade do produto acabado e a produção da máquina, o que gerava um custo significativo de material e mão-de-obra.

Para contornar esses problemas, normalmente se alterava a velocidade de trabalho da máquina, diminuindo a rotação do motor acoplado ao eixo excêntrico, pois assim se aumentava o tempo de atrito entre os equipamentos de selagem, porém o ciclo de produção da máquina também era comprometido. Com isso, havia uma grande dificuldade para a equipe de planejamento e controle de produção de organizar todo o ritmo de produção, como executar mudanças de produto na máquina, devido ao longo tempo de parametrização, e principalmente a variação de capacidade de produção de um tipo de produto para outro, já que as diferenças nas embalagens e produtos definiam a velocidade de trabalho, normalmente já comprometida pela degradação física de alguns elementos.

Com baixo orçamento para investir em máquinas novas, foi planejado então a automatização da máquina, com a instalação de um controlador lógico programável, elementos de entrada e saída.

Todo o sistema de transmissão por excêntrico fora substituído por atuadores pneumáticos individuais para cada estágio do processo, ou seja, se antes da conversão o eixo excêntrico que comandava as mordaças de selagem vertical e horizontal, após a conversão cada mordaça ganhou um atuador pneumático. Foi projetado, portanto, uma nova linha de distribuição de ar comprimido para a realização da conversão.

O comando desses atuadores é feito através de saídas do controlador lógico programável, que através do IHM (Interface Homem-Máquina), possibilita modificar a entrada e saída desses atuadores, através dos dados de graus de rotação que o IHM fornece. Isso é possível, pois o CLP utiliza como elemento de entrada um *encoder*, dispositivo que é acoplado a um motor externo que faz a leitura da posição em que o sistema está de 0° a 360° e a partir dessa leitura, a possibilidade de regular o momento exato em que as saídas do CLP mandarão o comando.

O encoder codifica para o CLP exatamente em que posição em que o processo está, sendo 0° o início do ciclo e 360° o final, representando uma rotação inteira do seu eixo, o

IHM transmite esse momento em seu *display* e, de acordo com as informações armazenadas nele, retorna ao CLP o exato momento, dentro destes 360°, quando emitir um sinal de saída.

A partir do momento em que emite esse sinal, alimenta a bobina de um relê de estado sólido, este acionará uma bobina solenoide acoplada ao atuador pneumático que executará o movimento. Esse é o processo automatizado para os sistemas de selagem horizontais, verticais e o carimbador, um pistão pneumático responsável por datar a fabricação e validade no filme através de um papel carbono, antes esse processo era executada por uma máquina datadora externa, oque gerava custo de manutenção especializada, que a empresa terceirizava.

O sistema de tração continua com um motor específico, porém seu acionamento agora também é feito através da posição determinada no IHM, possibilitando assim um leque maior de possibilidade de regulagem, aumentando ou diminuindo sua velocidade e tempo de atuação de acordo com o necessário, sem comprometer todos os outros atuadores da máquina, como antigamente.

Com a conversão completa, um acompanhamento de resultados foi feito, e de maneira quase que imediata, a empresa Alfa obteve ganhos significativos em seu processo produtivo. A grande diminuição no tempo de parametrização impactou positivamente o planejamento de produção da empresa, resultando em uma maior flexibilidade para trocas de produtos e possibilidade de melhor controle sobre a produção.

O aumento de produção, devido a possibilidade de regulagem na máquina sem alterar a velocidade da mesma e principalmente a drástica diminuição de paradas por avarias, permitiram a empresa reavaliar o quadro de funcionários, o que gerou uma economia significativa em seu custo com mão-de-obra. Logo após essa análise de resultados, a empresa decidiu executar o mesmo processo em suas outras máquinas *flow pack*, devido aos bons resultados obtidos.

4 CONCLUSÃO

O objetivo do trabalho foi apresentar as vantagens alcançadas com a utilização da automação visando uma melhoria em um processo produtivo de uma empresa. A aplicação da tecnologia exige um investimento imediato considerável e seu uso necessita de profissionais com uma formação complexa e qualificada, forçando empresas a formar um novo perfil profissional e programar treinamentos aos funcionários já contratados que não possuíam esse perfil.

No entanto, ela se paga com pouco tempo com o aumento de produção e redução de custos ligados ao processo, entre eles a diminuição de mão-de-obra, que, neste caso veio de maneira quase que imediata. Apenas com mão-de-obra, por exemplo, a empresa Alfa teve a diminuição de três funcionários no processo, além da significativa diminuição de manutenção corretiva na máquina.

Pode-se concluir que a automação, socioeconomicamente falando ainda é vista como a substituição do trabalho humano, o que gera a muitos a sensação de diminuição de empregos, o que não deixa de ser um impacto negativo. Porém, ela exige uma capacitação maior, o que consequentemente gera empregos melhores e força os "futuros empregados" a buscarem o conhecimento e capacitação profissional.

Produtivamente falando, como visto no estudo de caso, a automatização de processos é capaz de trazer grandes resultados, e em muitas vezes a solução pode ser mais simples do que parece, a empresa Alfa, por exemplo, praticou a melhoria em seu processo totalmente internamente, com recursos viáveis para ela no momento e utilizando a mão-de-obra já possuída pela empresa.

REFERÊNCIAS

CARRILHO, A. **Introdução aos CLPs** – Controladores Lógicos Programáveis. Disponível em:<http://aquarius.ime.eb.br/~aecc/Automacao/Controladores_Logicos_Programaveis.pdf>. Acesso em 07/06/15.

FRANCESCHI, A.; ANTONELLO, M. G. **Elementos de máquinas.** Disponível em:<http://estudio01.proj.ufsm.br/cadernos_mecanica/primeira_etapa/elementos_maquina.pdf > acesso em 10/06/2015.

MARX, K. **El Capital:** critica de la economia politica**.** 8. ed. México: Fundo de Cultura Económica, 1976. 758p.

MORAES, C. C. de; CASTRUCCI, P. L. **Engenharia de Automação Industrial**. 2.ed. Rio de Janeiro: LTC, 2007. 347p.

OGATA, K. **Engenharia de Controle Moderno.** Rio de Janeiro: Prentice – Hall do Brasil, 1985. 928p.

PEREIRA, M. **Metodologia de projeto para sistemas mecânicos de precisão reconfiguráveis**. 2004. 169p. Tese (Doutorado em Engenharia Mecânica), Universidade Federal de Santa Catarina. 2004.

SCOPEL, L. M. M. **Automação industrial:** uma abordagem técnica e econômica. Rio Grande do Sul: Educs, 1995. 60p.

SIGHIERI, L.; NISHINARI, A. **Controle automático de processos industriais:** instrumentação. 2. ed. São Paulo: Edgard Blücher, 1973. 234p.

SILVA FILHO, B. **Curso de Controladores Lógico Programável**. Disponível em: < http://www.lee.eng.uerj.br/downloads/cursos/clp/clp.pdf> Acesso em 07/06/2015.

SILVEIRA, P. R. da; SANTOS, W. E. **Automação e Controle Discreto**. 9. Ed. São Paulo: Érica Ltda, 2007. 229p.

THOKEIN, R. **Fundamentos de Eletrônica Digital.** Rio de Janeiro: AMHG Editora, 2013. 274p.

VARELLA, R. **Apostila Automação Industrial.** São Paulo: Heureka P&M, 1998. 78p.

VIANA, H. R. G. **PCM: Planejamento e Controle da manutenção**. Rio de Janeiro: QualityMark, 2002. 192p.