

## AUTOMAÇÃO PARA CRAVAGEM DE GRAMPO NO SERVO FREIO

*Flávio José de Souza*<sup>1</sup>

*[flaviosouzaze@gmail.com](mailto:flaviosouzaze@gmail.com)*

*Rafael Pieretti de Oliveira*<sup>2</sup>

*[rafael.oliveira@unilasalle.edu.br](mailto:rafael.oliveira@unilasalle.edu.br)*

*Universidade La Salle*

**Resumo:** A proposta deste trabalho é a automação em um processo manual de cravagem de grampo no servo freio usada em um conjunto do sistema de freios (carretas e semi-reboques - Bi trem). Este processo tem problemas inerentes a um processo manual: fadiga do operador, baixa produtividade e retrabalho. Um programa em linguagem ladder no CLP Macroface EASY 820, foi apresentado como solução de automação. As simulações realizadas demonstraram a aplicabilidade da solução e os resultados simulados deixam claro que os objetivos foram alcançados. Analisando-se cada um deles, pode-se afirmar que reduzir a fadiga do operador foi alcançado, pois esta tarefa seria executada pelo CLP. Com relação ao aumento da produtividade também se pode garantir porque a implementação desta automação resulta em substituição de um trabalho manual por um automatizado com menor taxa de erro. Finalmente, a repetitividade da montagem correta se deve ao fato de que no processo atual o operador está sujeito a erro de montagem, posição errada ou por não abastecer com componente o processo.

**Palavras-chaves:** Automação; CLP; Máquinas Industriais.

**Abstract:** The purpose of this work is the automation in a manual servo brake clamping process used in a brake system assembly (trucks and trailers). This process has problems inherent in a manual process: operator fatigue, low productivity and rework. A ladder language program on the Macroface EASY 820 PLC was introduced as an automation solution. The simulations performed demonstrated the applicability of the solution and the simulated results make it clear that the objectives were achieved. By analyzing each of them, it can be stated that reducing operator fatigue was achieved, as this task would be performed by the PLC. With regard to increased productivity, one can also guarantee because the implementation of this automation results in the replacement of manual work by one with lower error rate. Finally, the repeatability of the correct assembly is due to the fact that in the current process the operator is subject to assembly error, wrong position or not enough component with the process.

**Keywords:** Automation; PLC; Industrial Machines.

<sup>1</sup> Bacharel em Engenharia de Produção, Universidade La Salle.

<sup>2</sup> Prof. Mestre em Engenharia de Produção e Sistemas, Universidade La Salle.

## INTRODUÇÃO

Com as novas exigências de qualidade, flexibilidade e produtividade, impostas pelo mercado, toma-se necessário a utilização de máquinas automatizadas por parte das indústrias que desejam ser competitivas no global.

Por meio da automação, a indústria reduz o custo com empregados, aumenta a velocidade dos procedimentos, aumenta a segurança dos operadores, melhora a qualidade dos produtos e torna o sistema eficaz e eficiente. O sistema fica mais independente das variações da mão de obra, aperfeiçoando sua capacidade.

A automação deste estudo consiste na alteração da unidade de controle no desenvolvimento da programação necessária, de forma a aperfeiçoar o processo, baixar os custos com mão de obra, reduzir refugos de matéria prima.

O processo de cravagem de grampo no servo freio, em uma empresa do segmento metal mecânica, é atualmente um “gargalo” na produção de montagem de conjunto do servo freio. O posto de trabalho é abastecido pela logística com os componentes grampos M8 x 16 DIN2768 estriado.

Manualmente é posicionado o grampo na posição do servo freio encaixando para em seguida colocar na base de cravagem. O próprio operador, após a cravagem, retira o conjunto do servo freio da base da prensa, para abastecer a linha de montagem do conjunto servo freio.

Este ciclo se repete ao longo da produção, sendo realizado semi-manualmente, isto é, parte deste processo é efetivado pelo operador e outra parte pela prensa. Todavia, a utilização deste método acarreta conseqüências negativas ao processo, pois o trabalho realizado manualmente está cabível a receber às imperfeições humanas, tais como cansaço, falta de abastecimento da linha de montagem, atrasos na montagem, perda de horas intermediárias, retrabalho e refugo, o processo torna-se altamente improdutivo.

Importante registrar que, atualmente, para se montar um conjunto como descrito acima, necessitam-se de tempo de manuseio do operador.

Sendo assim, este trabalho objetiva realizar um projeto para implementação de uma automação, no qual será usado uma panela vibratória na separação dos parafusos e o encaixe do conjunto de grampos também automático. Além disso, o posicionamento do conjunto para cravagem também será automatizado por meio de cilindros pneumáticos, hidráulicos, sensores CLP (Controlador Lógico programável – IHM).

Os objetivos gerais do trabalho são:

- Reduzir fadiga do operador;
- Aumentar produtividade;
- Garantir repetitividade da montagem correta.

Os objetivos específicos são:

- Apresentar sensores, atuadores, Controlador Lógico Programável (CLP) e panela vibratória;
- Desenvolver um programa em CLP para a execução da tarefa;
- Apresentar os resultados da simulação do processo;

A metodologia para atingir os objetivos é:

- Especificar componentes, atuadores, sensores, CLP e panela vibratória;
- Detalhar algoritmo para o projeto da automação;
- Gerar as telas com as simulações do processo.

E, a fundamentação teórica:

- Painel vibratória;
- Sensores;
- Atuadores;
- CLP.

O estudo do projeto para automação industrial é capaz de controlar qualquer tipo de máquina de produção. Esta aplicação pode, portanto, auxiliar a empresa em distintas etapas na linha de produção contemplando eficiência e benefícios.

A necessidade de criar máquinas automatizadas assenta em exigências feitas, cada vez mais, pela indústria ao nível de flexibilidade, qualidade e produtividade, dependendo do trabalho em execução.

Através da automação industrial é capaz de controlar qualquer tipo de máquina, contudo aplicação pode, portanto, auxiliar a empresa em distintas etapas em sua linha de produção contemplando eficiência e benefícios.

## REFERENCIAL TEÓRICO

Nesta parte do trabalho, serão analisados alguns temas que são de suma importância para a realização de uma automação industrial, de uma forma geral:

- Sistema de produção automatizado;
- Célula operadas com uma estação;
- Razões para a automação;
- Trabalho manual nos sistemas de produção;
- Sistema Hidráulico;
- Sistema pneumático;
- Atuadores;
- Válvulas;
- Sensores;
- Controladores Lógicos Programáveis (CLP);
- Alimentador Vibratório (Painéis Vibratórios).
- Ladder

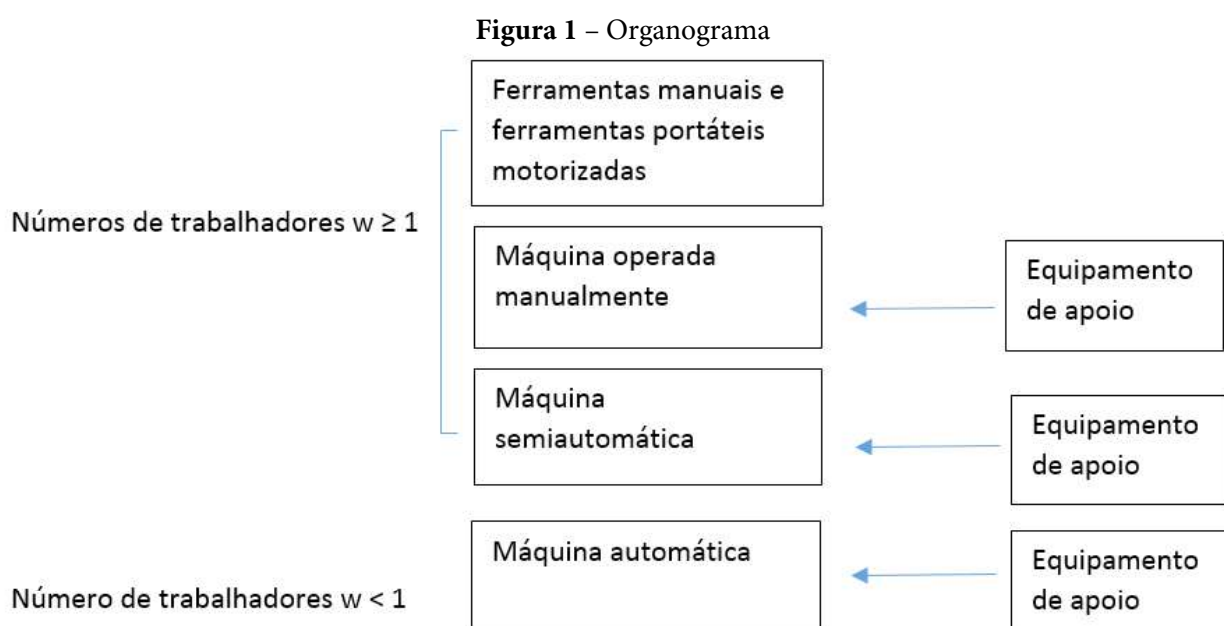
## Sistema de produção automatizado

Quando estamos falando sobre sistemas de produção automatizados, podemos dizer que atuam na fábrica em cima do produto físico. O sistema de produção automatizado executa inúmeras operações, dentre as quais se citam o processamento, a montagem, a inspeção e gerenciamento de materiais, sendo que por diversas oportunidades, algumas tarefas são desempenhas pelo mesmo sistema. Esse sistema é intitulado automatizado, porquanto seus procedimentos são executados com um grau reduzido de participação humana se equiparado ao processo manual. Quanto mais automatizado o sistema, menor a participação humana (GROOVER, 2011).

## Célula operadas com uma estação

Groover, 2011 se refere sobre célula operada com uma estação, ao que tudo indica, é o método de produção mais utilizado. Essa técnica constitui no trabalhador atender uma máquina e emprega-se na produção de peças individuais e em lotes.

Nas palavras de Rosário (2005) automatizar uma célula operada com uma estação é dizer que uma máquina será totalmente capaz de operar sem ser atendida por um período de tempo maior de que um ciclo. Neste caso, não há necessidade de que um trabalhador esteja na máquina, salvo periodicamente para carregar e descarregar peças ou atendê-la de outra maneira, referente a figura 1.



Fonte: GROOVER, 2011.

## Razões para a automação

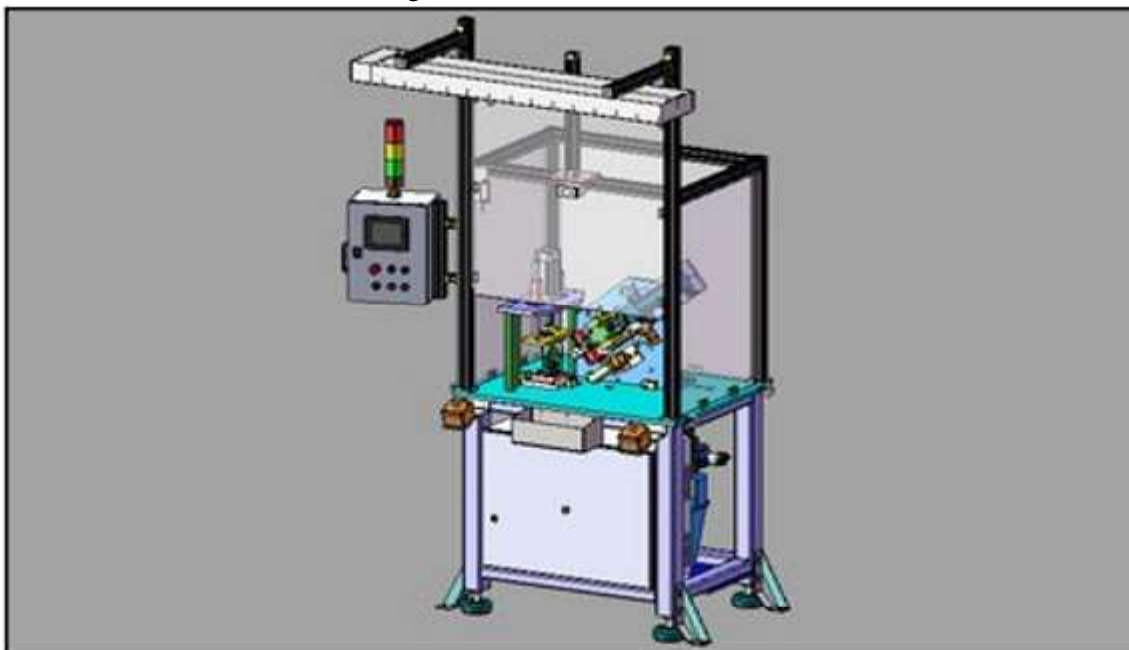
Nas palavras de Ribeiro (2003), o sucesso da escolha do tipo de controle, vai de encontro ao tipo de comportamento que a resposta tem sobre o processo, onde irá atuar, caso um processo tenha muitas variáveis e o seu tipo de controle não consiga mapear e rastrear todas elas, dessa forma o processo ficou vulnerável e suscetível a falhas inesperadas. Portanto uma análise previa de como se comporta e é estruturado seu

processo, fez render bons frutos em uma escolha mais adequada, os motivos que levam determinadas empresas a realizar a automação da produção e de manufatura. Para elucidar, citam-se as seguintes razões:

- Aumento de produtividade. Quando é realizada a automação das operações da produção, geralmente há um aumento na taxa de produção e produtividade no trabalho. Isso quer dizer que haverá uma produção maior por hora de trabalho;
- Diminuição dos custos no trabalho. Nas sociedades industrializadas mundiais, há um aumento nos valores desperdícios no trabalho. Dessa forma, um investimento maior em automação tem sido economicamente fundamentado como meio de substituir as operações manuais;
- Redução das conseqüências da falta de trabalhadores. Em diversos países desenvolvidos, existe uma redução geral da mão de obra qualificada. Essa circunstância incentiva o desenvolvimento de operações automatizadas como forma de suprir a falta de operadores qualificados;
- Aumento da segurança do trabalhador. Quando é realizada determinada automatização em uma operação, o trabalhador passa do papel ativo, para o de monitoramento, com isso o trabalho torna-se mais seguro;
- Elevação na qualidade do produto. Com a automatização, não há só um ganho no aumento das taxas de produção, mas também ocorre uma elevação na uniformidade e conformidade às especificações de qualidade;
- Diminuição do tempo de produção. A partir do momento em que realizada a automatização, há uma redução no tempo de espera entre a encomenda e a entrega do produto. Logo, a empresa vendedora obterá vantagem competitiva, no que concerne a encomendas futuras. Ao reduzir o tempo para a conclusão da tarefa de produção, o fabricante também reduz o estoque de materiais em processo;

Realização de processos que não podem ser realizados manualmente. Em determinadas hipóteses, algumas operações não podem ser realizadas sem ajuda de máquina. Esses processos envolvem precisão, miniaturização ou complexidade geométrica que não podem ser obtidas manualmente. Nesse cenário, destacam-se algumas operações da fabricação de circuitos integrados, processos de prototipagem rápida com base em modelos gráficos computadorizados (CAD) e a execução de superfícies complexas e matematicamente definidas utilizando controle numérico computadorizado (STEWART, 2008).

De acordo com Rosário (2009), existe diferença entre a definição de automação e automatização, sendo que, esta última está interligada à execução de deslocamentos automáticos e recorrentes, sendo passível de troca de trabalho manual pelas máquinas. Porém, o conceito de automação está conectado à utilização de estratégias de estruturação de sistemas habilitados a agir sobre os procedimentos com uma capacidade elaborada pela utilização de dados obtidos do meio. O sistema realiza operações de correção através dos dados obtidos através de sensores adaptados aos procedimentos, comportando-se como ação humana, conforme figura 2.

**Figura 2 – Célula Automatizada**

Fonte: GOOGLE, 2017a.

## Trabalho manual nos sistemas de produção

Quando o assunto “automatizar” vem à tona, a dúvida sobre o trabalho manual aparece. Nos sistemas de produção modernos há espaço para o trabalho manual. Não é por que existe um sistema de produção altamente automatizado que os seres humanos deixaram de ser utilizados. Pelo contrário, continuarão a serem componentes necessários do empreendimento de produção. No futuro, as pessoas serão requisitadas a gerenciar e manter a fábrica, mesmo nos eventos em que não participam diretamente nas operações de produção (GROOVER, 2011).

## Sistemas Prensa

Prensas são, segundo Rossi (1979), máquinas utilizadas para a manipulação física do material, causando uma conformação mecânica no mesmo. Elas são divididas em:

- Grupo A: máquinas de movimento retilíneo alternativo;
- Grupo B: máquinas de movimento giratório contínuo.

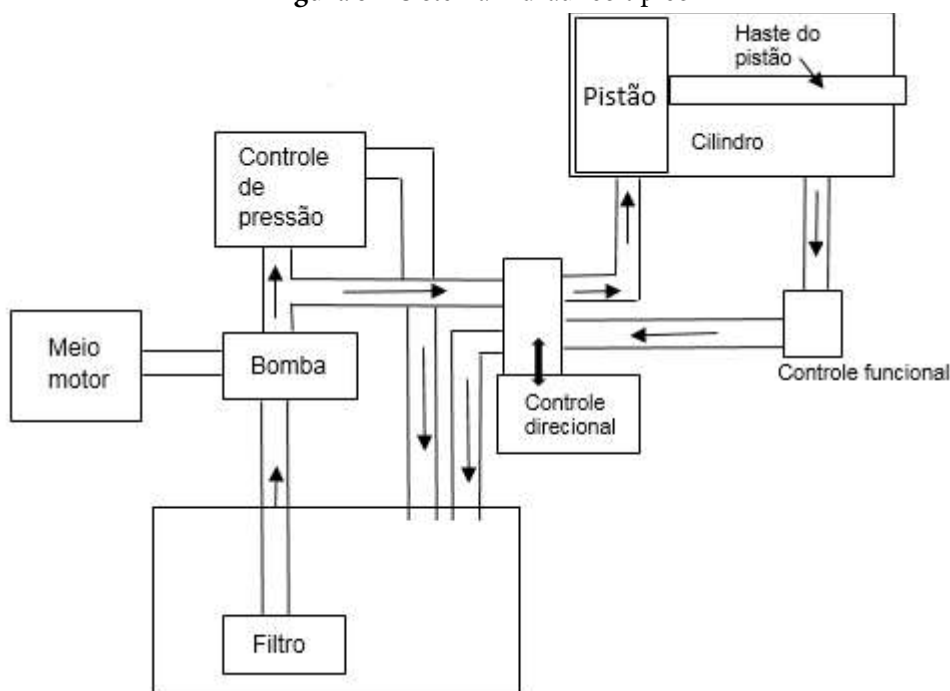
No presente trabalho, a prensa em questão se enquadra no grupo A, pois utiliza um carro para aplicação da pressão. Dentro do grupo A estão:

- Prensas excêntricas;
- Prensas de fricção;
- Prensas hidráulicas ou a ar comprimido;
- Guilhotinas;
- Dobradeiras.

## Sistema Hidráulico

Conforme Stewart (2008) a bomba pode ser acionada por um motor elétrico, motor a ar, turbina a gás, ou por um motor de combustão interno. A bomba eleva a pressão de óleo; a pressão na saída de bomba pode estar entre 5 a 5000 ou mais libras por polegada quadrada. O óleo a alta pressão flui por um tubo ou tubulação através de válvula de controle: válvula pode ser utilizada para alterar o fluxo de óleo. Uma válvula de alívio é usada para proteger o sistema; a válvula pode ser ajustada numa pressão máxima de segurança almejada. Se a pressão do óleo no sistema começar a elevar-se acima da pressão máxima de segurança, a válvula de alívio abrirá para diminuir a pressão e evitar danos ao sistema, conforme figura 3.

Figura 3 – Sistema hidráulico típico



Fonte: STEWART, 2008.

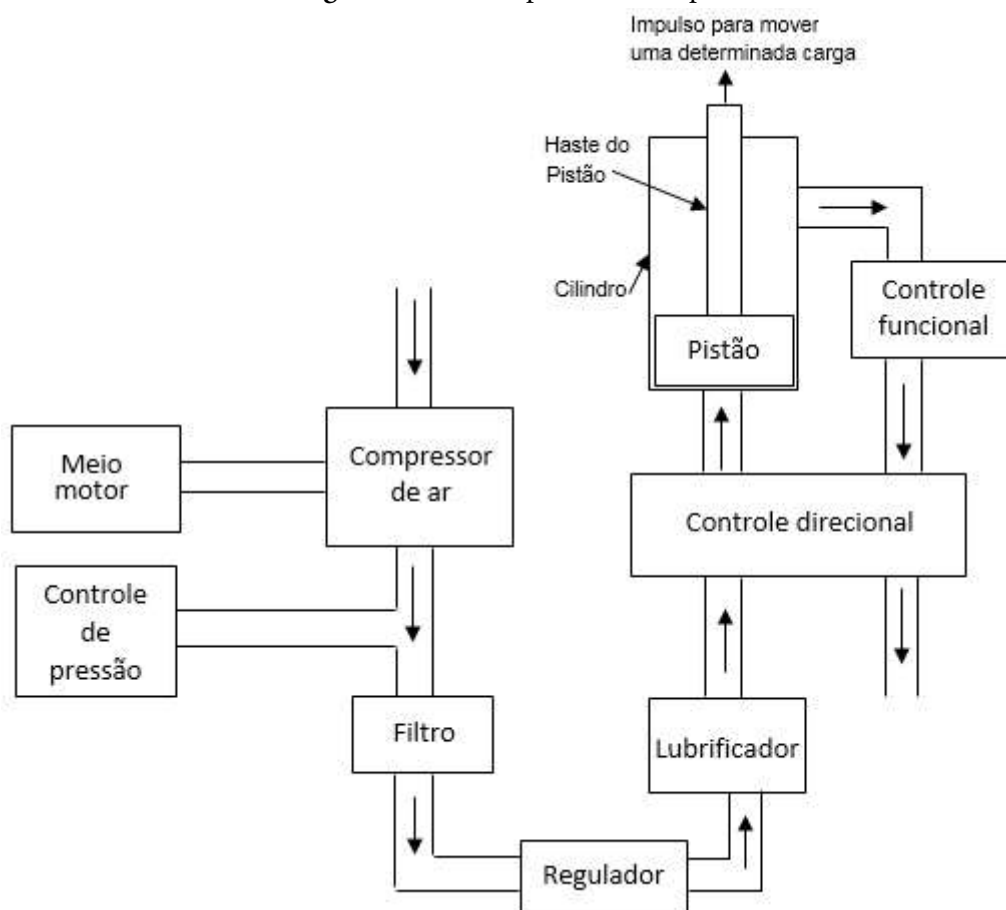
No sistema hidráulico, por exemplo, mostrado pela Figura 3, pode-se supor que a pressão do óleo na entrada do cilindro seja de 1500 libras por polegadas quadrada, e que a área do pistão na qual a pressão do óleo atua seja de 2 polegadas quadrada. Assim, a força do óleo sobe o pistão é de  $(2 \times 1500)$ , ou 3000 libras. Isso indica que força relativamente grande pode atuar numa determinada carga para um cilindro de dimensões relativamente pequenas. Essa é uma das vantagens dos dispositivos hidráulicos (STEWART, 2008).

## Sistema pneumático

Hasebrink (1990) comenta que um dispositivo a ar deve ser usado em ambientes úmidos, para evitar o risco de choque elétrico. A potência a ar comprimido, por exemplo, é o único tipo de potência utilizado em certas operações de mineração. O ar é prontamente disponível, uma vez que o ar comprimido pode ser armazenado em um tanque para usos eventuais; um pequeno compressor pode ser utilizado para encher um tanque de armazenamento para uso intermitente, e não são necessárias linhas de retorno.

De acordo com a Figura 4 ilustra o sistema pneumático que utiliza ar comprimido. O ar da atmosfera flui para a entrada do compressor de ar. O compressor de ar aumenta a pressão do ar; na saída de descarga do compressor, a pressão de ar pode ser de quase 90 libras por polegadas quadrada maior que a pressão atmosférica (90 libras por polegadas quadrada “manométrica”). O compressor de ar pode ser movido por motor elétrico ou por um motor de combustão interna, na construção de estradas, por um motor. Uma válvula de alívio na descarga do compressor é utilizada para evitar pressões perigosamente altas. Um filtro no sistema remove a sujeira do ar (STEWART, 2008).

**Figura 4 – Sistema pneumático típico**



Fonte: STEWART, 2008.

Segundo Stewart (2008) um dispositivo a ar deve ser usado em ambientes úmidos, para evitar o risco de choque elétrico. A potência a ar comprimido, por exemplo, é o único tipo de potência utilizado em certas operações de mineração. O ar é prontamente disponível, uma vez que o ar comprimido pode ser armazenado em um tanque para usos eventuais; um pequeno compressor pode ser utilizado para encher um tanque de armazenamento para uso intermitente, e não são necessárias linhas de retorno (STEWART, 2008).

## Atuadores

Conforme Camargo(2010) de uma maneira geral, o termo atuador pode ser estabelecido como um dispositivo que converte energia fluida em movimento mecânico. É utilizada uma grande variedade de



atuadores. Os atuadores podem envolver movimento linear e/ou movimento rotativo. O primeiro homem que tem esse conhecimento, se interessa, pela pneumática, como meio auxiliar de trabalho. Assim, foi o grego Ktésibios há mais de 2000 anos, ele construiu uma catapulta de ar comprimido. Um dos primeiros livros tratando do emprego do ar comprimido como transmissão de energia, data do 1º século d.C. e descreve equipamentos, que foram acionados com ar aquecido (CAMARGO, 2010).

Os cilindros de atuação incluem um ou mais pistões e haste de pistões em seus invólucros. Em um cilindro de atuação dupla, o fluido sob pressão pode ser aplicado em qualquer lado do pistão para provocar movimento no sentido correspondente. Em um cilindro de atuação simples, o fluido sob pressão só pode ser aplicado em um dos lados do pistão, e uma mola, ou a gravidade, é utilizada para retornar o pistão a sua posição original, conforme figura 5.

**Figura 5 – Atuadores**



Fonte: GOOGLE, 2017b.

## Controladores Lógicos Programáveis

Guerra (2009) afirma que o CLP é um computador projetado para trabalhar no ambiente industrial. Já os transdutores e os atuadores são conectados a robustos cartões de interface.

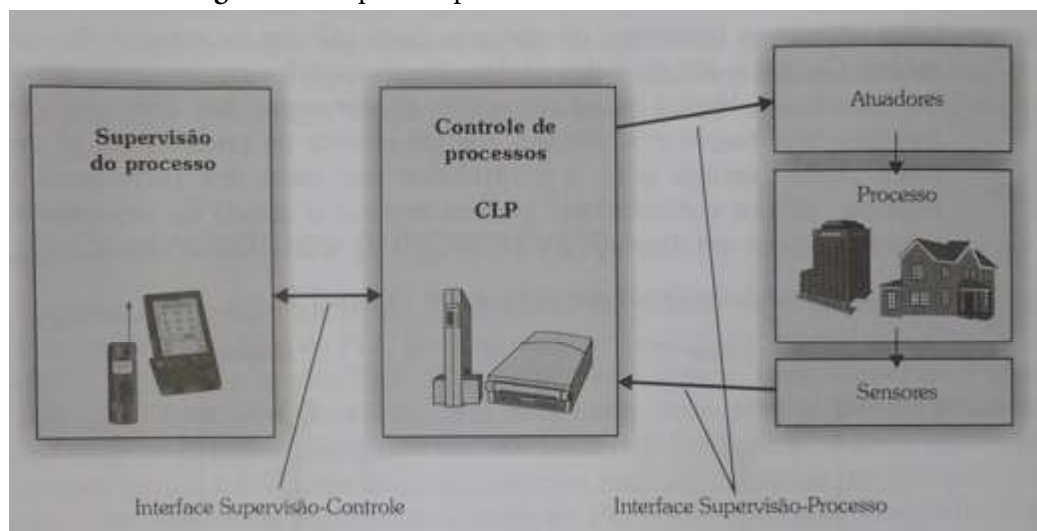
Guerra (2009) explica que os primeiros CLP's lançados eram equipamentos volumosos e relativamente caros, considerando competitivos somente para aplicações que contivessem pelo menos 150 relés. Nos dias atuais, com melhorias de projeto e uso cada vez maior de circuito integrado, pode-se utilizar facilmente um CLP em circuitos menores.

Bega (2006) explica que o controlador Lógico Programável é definido pelo IEC (Internacional Electrotechnical Commission) como sistema eletrônico operando digitalmente, no qual é projetado para uso

em um ambiente industrial. Ele utiliza uma memória programável para a armazenagem interna de instruções orientadas para o usuário para implementar funções específicas, tais como lógica, seqüencial, temporização, contagem e aritmética, para controlar, através de entradas e saídas digitais ou analógicas, vários tipos de máquinas ou processo.

Rosario(2009) Devido ao intuito de substituírem os painéis de relés no controle discreto, foram chamados de CLP (Programmable Logic Controllers) que é traduzido para o português como CLP (Controladores Lógicos Programáveis), conforme figura 6 ilustra.

**Figura 6** – Etapa de supervisão e controle utilizando CLPs



Fonte: BEGA 2006.

### **Alimentador vibratório (panelas vibratórias)**

Conforme Abreu (2012) a ampla gama de alimentadores vibratórios com vibração circular produzidos, permite encontrar a solução adequada a qualquer necessidade de alimentação e orientação de peças, garantindo um contínuo fluxo de peças corretamente posicionadas.

Segundo Kamp (2017) que as panelas são confeccionadas em aço inox AISI 304, o que garante uma excelente resistência à corrosão e ao desgaste. Os alimentadores vibratórios de peças podem separar, alimentar e posicionar automaticamente os mais diversos tipos de produtos. Esse equipamento de alta qualidade é capaz de reduzir custos e aumentar sua produtividade.

Os alimentadores são aplicáveis em linhas de montagens, retíficas, buchas, tampas, parafusos, componentes eletrônicos, etc. As panelas vibratórias são fabricadas de acordo com a geometria de cada peça a ser posicionada e principalmente atendendo a necessidade de cada cliente. Os tamanhos das panelas vibratórias podem variar de Ø100mm até Ø1500 (Abreu, 2012).

**Figura 7** – Sistema vibratório (panela vibratória)

Fonte: KAMP, 2017.

## CLP

Conforme Guerra (2009) o relé de controle Macroface EASY 820 e MFD - 50 combinam praticamente todos os recursos de um PLC com os recursos operacionais de fácil utilização da bem conhecida linha de produtos. A figura 8 ilustra o modelo e sua capacidade de rede integrada permite até oito dispositivos, implementando aplicativos com mais de 300 E S. O sistema de controle pode ser projetado usando um único programa local ou usando vários programas nos diferentes dispositivos distribuídos. Até a 1000 metros podem ser cobertos pela rede.

Os relés de controle também podem ser integrados facilmente em redes de automação de nível superior graças aos módulos de rede disponíveis para Interface (GUERRA, 2009).

**Figura 8** – Macroface EATON EASY 820

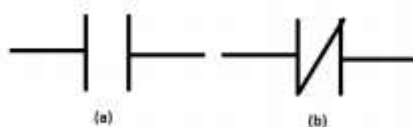
Fonte: EATON, Macroface 2011.

## Ladder

A linguagem Ladder é a primeira e a mais utilizada linguagem específica para programação de CLP. É uma linguagem visual que se assemelha às representações esquemáticas utilizadas para circuitos lógicos com relés e/ou contactoras (GEORGINI, 2007).

Os elementos básicos da linguagem Ladder são: bobinas e contatos, como mostrados nas figuras 12 e 13, podendo conter outros elementos (blocos funcionais) de acordo com o CLP a ser programado. Os blocos mais comuns que aparecem em todos os CLPs conhecidos são: os blocos contadores e os blocos temporizadores. Para os CLPs mais elaborados há blocos de diversos tipos, como: blocos de funções de controle PID, blocos de comunicação e outros (GEORGINI, 2007).

- Figura - (a) contato NA, (b) contato NF



## PROCEDIMENTO METODOLÓGICO

Para iniciar todo este estudo de melhoria foi preciso buscar o histórico da máquina sobre uma forte análise de falhas já ocorridas pelas falhas e perda no processo manual, contudo foi preciso levantamento de dados e informação sobre quais as principais paradas de manutenção corretivas que o equipamento sofreu no histórico, assim verificar onde estava ocorrendo os retrabalhos e refugos de matéria prima, essa análise de rastreabilidade identificou muitas paradas por erro operacional tipo colocação de modo errado a matéria prima os “grampos sextavado”, causando quebra do dispositivo e parada do equipamento, refugo de material.

### Recursos

- 3.1 Análises do processo atual;
- 3.2 Propostas do novo processo;
- 3.3 Atuador pneumático;
- 3.4 Válvulas;
- 3.5 Sensores;
- 3.6 Painéis vibratórias;
- 3.7 CLP;
- 3.8 Algoritmos do projeto da automação.

### Análise do processo atual

Devido ao grande MIX de produção, temos grandes dificuldades de alcançar metas, contudo o processo tem muitos problemas inerentes a um processo operacional, gerando fadiga do operador, baixa produtividade, retrabalho, refugo de material e baixa disponibilidade de máquina.

O processo atual de cravagem de grampo no servo freio, em uma empresa do segmento metal mecânica, é atualmente um gargalo na produção de montagem de conjunto de freio.

O posto de trabalho é abastecido pela logística com os componentes grampos sextavada estriado M8x16 DIN2768, conforme figura 9.

**Figura 9** – Grampos M8 x 16

Fonte: RANDON, RAND 2019.

O operador manualmente posiciona os grampos nos furos da capa superior servo freio encaixando-os para em seguida colocar na base de cravagem. O próprio operador, após a cravagem, retira o conjunto do servo freio da base da prensa, para abastecer a linha de montagem do servo freio.

Este ciclo se repete ao longo da produção, sendo realizado semi-manualmente, isto é, parte deste processo é efetivado pelo operador e outra parte pela prensa. Todavia, a utilização deste método acarreta conseqüências negativas ao processo, pois o trabalho realizado manualmente está acarretando que ocorra as imperfeições humanas, tais como cansaço, falta de abastecimento da linha de montagem, atrasos na montagem, perda de horas intermediárias, retrabalho e refugo, o processo torna-se altamente improdutivo. Importante registrar que, atualmente, para se montar um conjunto como descrito acima, necessitam-se de tempo de manuseio do operador.

### Proposta do novo processo

Nessa proposta será apresentado a implementação de automação para a alimentação da matéria-prima grampos sextavados estriado M6x16 DIN2768e a própria cravagem no servo freio, são componentes de um sistema de conjunto para servo freio (Carretas e Semi-Carretas), a figura (10, 11) ilustra o conjunto de servo freio e onde é aplicado o conjunto do servo freio.

Para a automação será utilizado sensores, atuador pneumático, válvula pneumática, panela vibratória e CLP. A interface desses elementos será fundamental para a realização da célula automatizada.

**Figura 10** – Conjunto pronto de Servo Freio

Fonte: RANDON, RAND 2019.

**Figura 11** – Carreta e Semi-Reboque (Bi-trem)

Fonte: RANDON, RAND 2019.

### Atuador pneumático

Será utilizado um atuador pneumático para exercer a função automática de empurrar conjunto do servo freio para a posição de cravagem dos grampos,

Os atuadores pneumáticos são dispositivos que transformam a energia potencial do ar comprimido em energia cinética ou em preensores. Basicamente consistem em um recipiente cilíndrico provido de um êmbolo ou pistão. Ao introduzir-se uma certa vazão de ar comprimido, este se expande dentro da câmara e provoca um deslocamento linear. Se for acoplada uma haste rígida ao êmbolo, este mecanismo será capaz de empurrar um corpo.

Conforme a figura 12 ilustra os cilindros de dupla ação: O pistão é acionado pelo ar comprimido em ambos os cursos. Realiza um trabalho aproveitável nos dois sentidos de movimento.

Cilindros com ímã incorporado certos tipos de cilindros incorporam um ímã no pistão com a finalidade de atuar um sensor magnético do tipo ReedSwitch ou similar, montado na parte externa do cilindro, durante o final de seu curso. Este sinal elétrico é utilizado para comandar outros componentes do sistema, tais como atuadores e contadores, emitir sinais luminosos, atuar contadores, relês, CLP, ou mesmo controlar seu próprio movimento.

**Figura 12** – Cilindro pneumático

Fonte: FESTO 2010.

### Válvulas

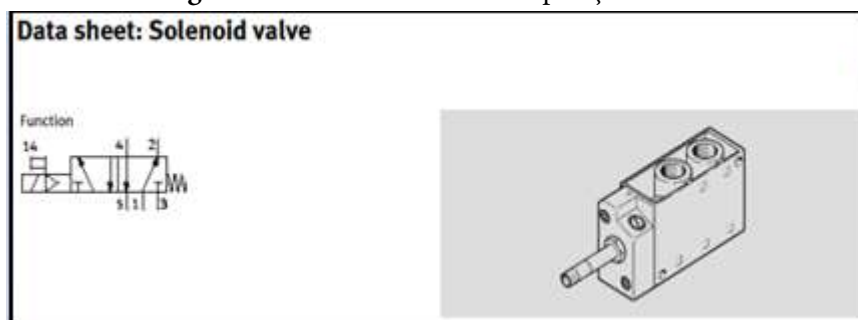
A respectiva válvula irá dar o comando de acionamento para o cilindro pneumático, fazendo com que execute a função de avançar e recuar, onde realizará o posicionamento do cilindro para posicionar a peça na base de cravagem.

A função das válvulas direcionais é de permitir, orientar ou interromper um fluxo de ar. Por distribuir o ar aos elementos de trabalho, são conhecidas também como válvulas de distribuição. Constituem os instrumentos de comando de um circuito. Também são utilizadas em tamanhos menores como emissoras

ou receptoras de sinais para o comando das válvulas principais do sistema, e ainda em funções de tratamento de sinais. Duas das principais características que possibilitam sua classificação, são o número de vias e o número de posições.

Válvulas 5/2 conforme figura 13 abaixo, possuem cinco orifícios de conexão e duas posições de comando. A diferença em relação à 4/2 é que possuem dois escapes que correspondem um para cada utilização. Isto possibilita entre outras coisas, controlar a velocidade de avanço e retorno de um cilindro de maneira independente.

**Figura 13** – Válvula solenóide 5 posições 2 vias



Fonte: FESTO 2010.

## Sensores

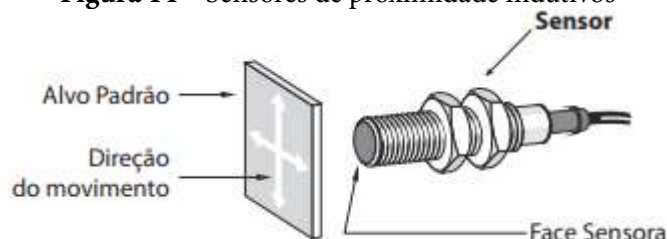
Sensores indutivos são dispositivos eletrônicos que são capazes de medir a proximidade de objetos metálicos que entram em seu campo eletromagnético, causando a mudança de seu estado lógico.

Os sensores eletrônicos de proximidade são utilizados largamente em todos os lugares onde as condições de trabalho são extremas, tais como: óleos lubrificantes, óleos solúveis, óleos de corte, vibrações, onde são exigidos altos níveis de vedação e robustez, conforme amostra na figura 14.

Características: funcionam em quaisquer condições de ambiente; acionamento sem contato físico; chaveamento eletrônico totalmente em estado sólido; alta durabilidade; manutenção praticamente inexistente; alta velocidade.

Aplicações: máquinas operatrizes; injetoras de plástico; máquinas para madeira; máquinas de embalagem; linhas transportadoras; indústria automobilística; indústria de frascos de vidro; indústria de medicamentos, para a solução de problemas gerais de automatização.

**Figura 14** – Sensores de proximidade indutivos



Fonte: NOVUS, 2017.



## Panela vibratória

De acordo com a figura 15 concluiu-se que a panela vibratória, tem uma grande inovação para contribuir nas automatizações. Neste projeto executará a função de alimentar automaticamente os grampos para as posições de cravagem no servo freio.

Figura 15 – Panela vibratória



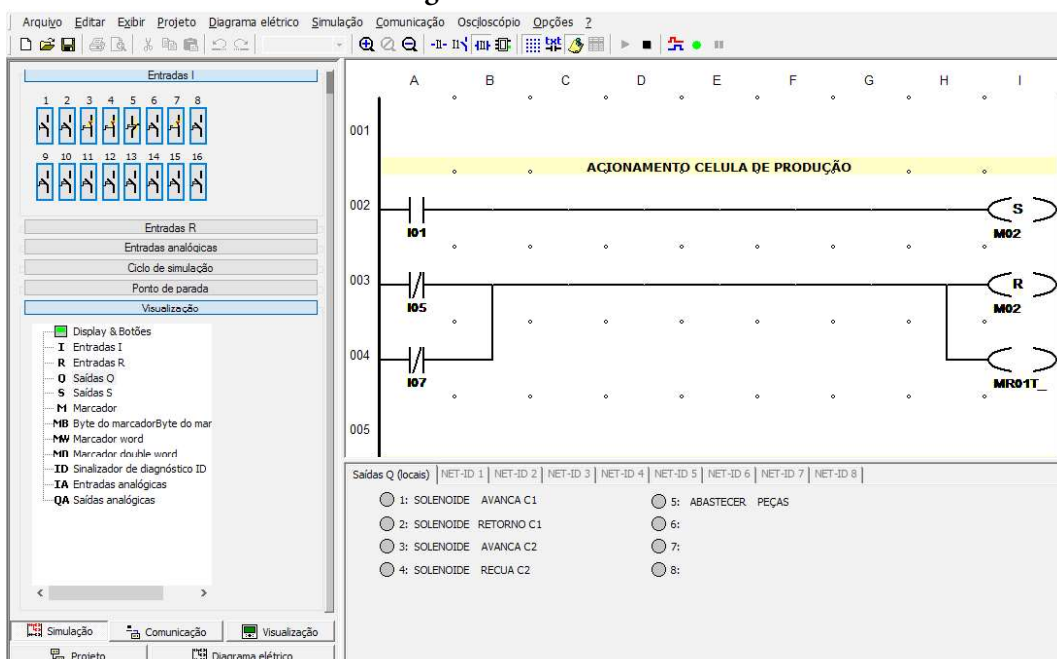
Fonte: KAMP, 2017.

## APLICAÇÃO E RESULTADOS

Para comprovação dos resultados do novo processo, decidiu-se por simulações do programa desenvolvido. Apresentação das simulações mostrando o funcionamento da automação do processo de cravagem do grampo no servo freio.

A primeira tela a ser simulada é quando a célula da linha de montagem de cravagem do grampo no servo freio estiver no início do ciclo, neste momento a entrada I5, I7 estarão acionadas no CLP como mostra Figura 16.

Figura 16 – Tela inicial

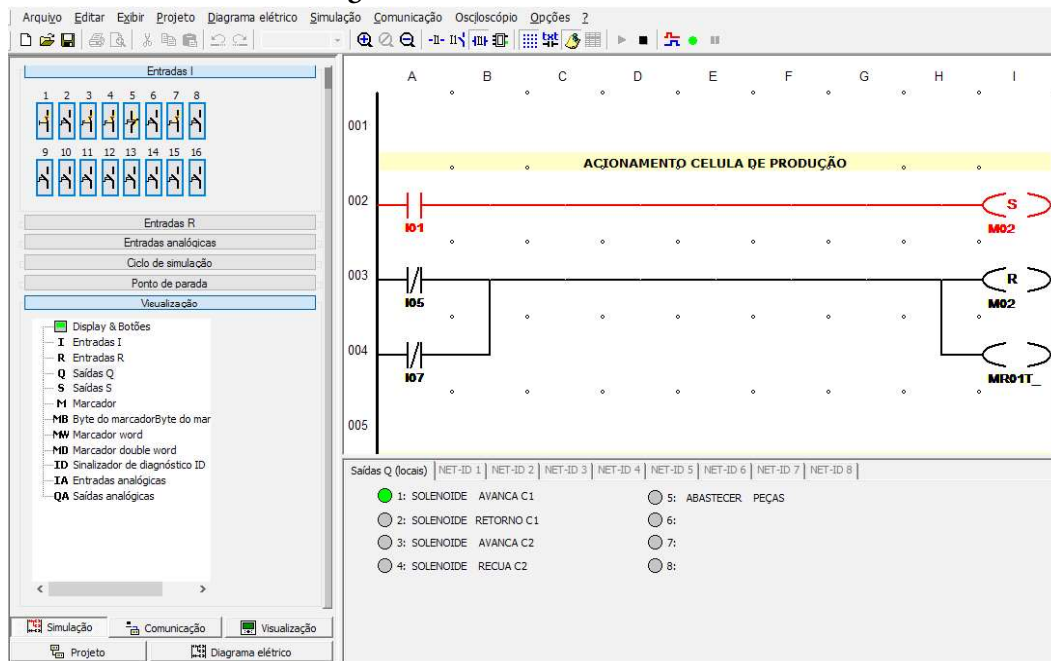


Fonte: Autor.



A próxima etapa da simulação é quando o operador apertar o start para começar o ciclo, neste momento a entrada I1 será acionada e irá fazer o set da memória interna MO2, com isto o cilindro 1 será acionado fazendo com que o mesmo desloque a capa superior servo freio para a posição do gabarito de cravagem conforme Figura 17.

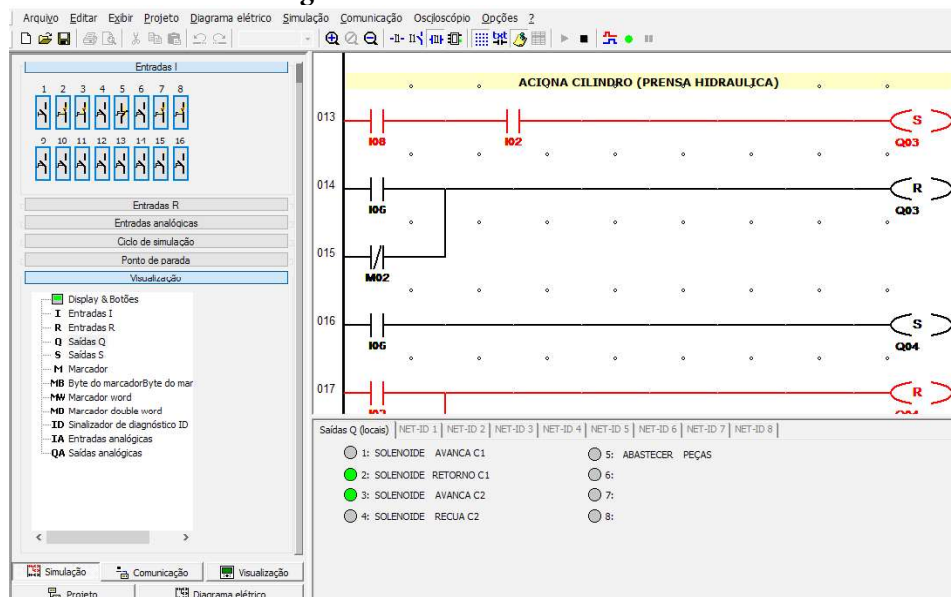
Figura 17 – Acionamento cilindro 1



Fonte: Autor.

A próxima etapa do programa, quando o cilindro 1 estiver totalmente acionado será ligada a entrada I8 do CLP, mostrando que o cilindro está totalmente aberto, o sensor que identifica que a peça está no gabarito também será acionado ligando a entrada I2 do CLP. Com isto o cilindro 2 será acionado para baixa a prensa hidráulica de cravagem e o cilindro 1 será recuado como mostra a simulação abaixo mostra a Figura 18.

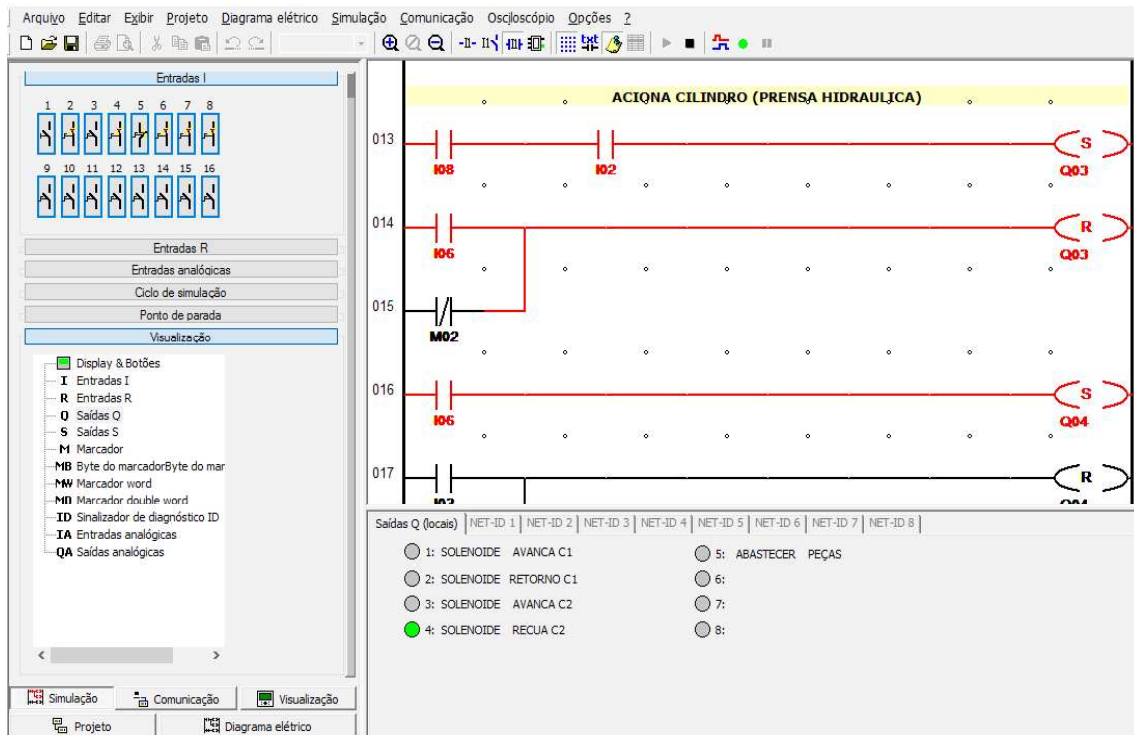
Figura 18 – Acionamento cilindro 1



Fonte: Autor.

Quando a prensa hidráulica de cravagem estiver toda acionada a entrada I3 do CLP será desligada para o programa identificar que o cilindro está em deslocamento, quando o cilindro estiver todo acionado e feito a cravagem do grampo na capa superior entrada I6 do CLP será acionada fazendo com que o cilindro recue como mostra a Figura 19.

Figura 19 – Acionamento cilindro 2

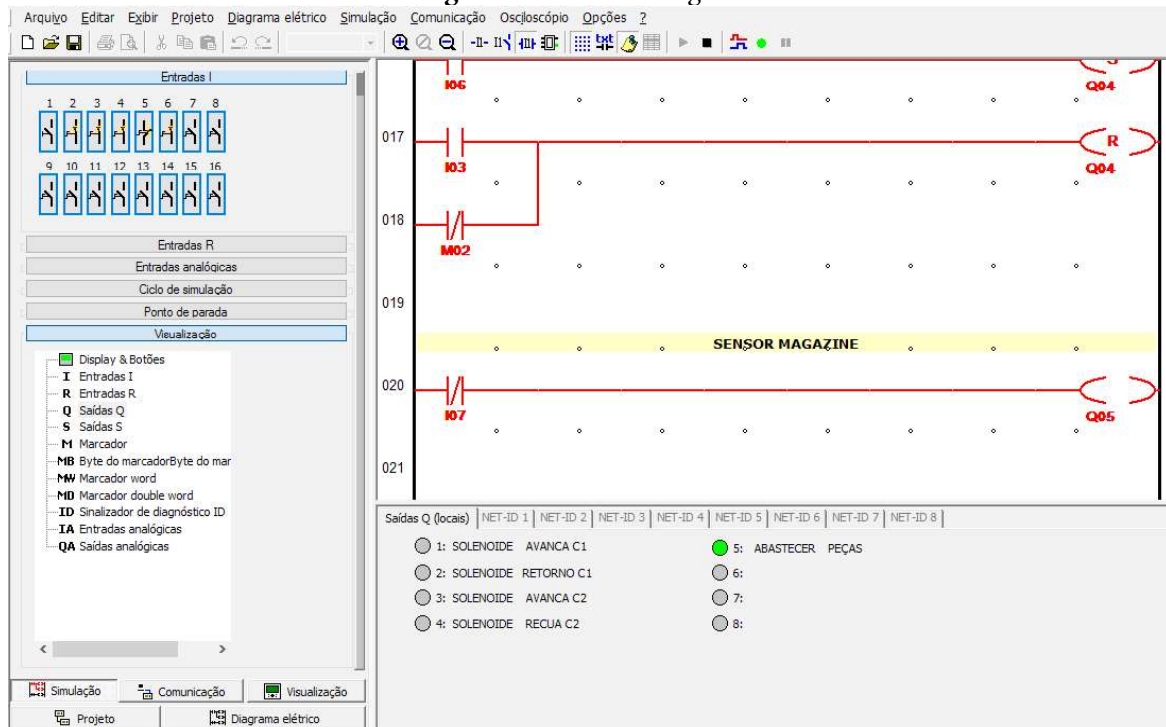


Fonte: Autor.

A penúltima tela da simulação (Figura 20) mostra quando o abastecimento identificar o nível baixo de peça o sensor se vai se manifestar, quando está situação ocorrer o sensor I7 será desligado e irá ligar uma sinalização identificando ao operador nível baixo (sistema visual ANDON), quando está situação ocorrer o ciclo em processo será terminado e não reiniciará automaticamente. O ciclo será reiniciado no momento que o sensor identificar o abastecido, então sensor será acionado, assim ligando a entrada I7 do CLP voltando ao ciclo automático de start.

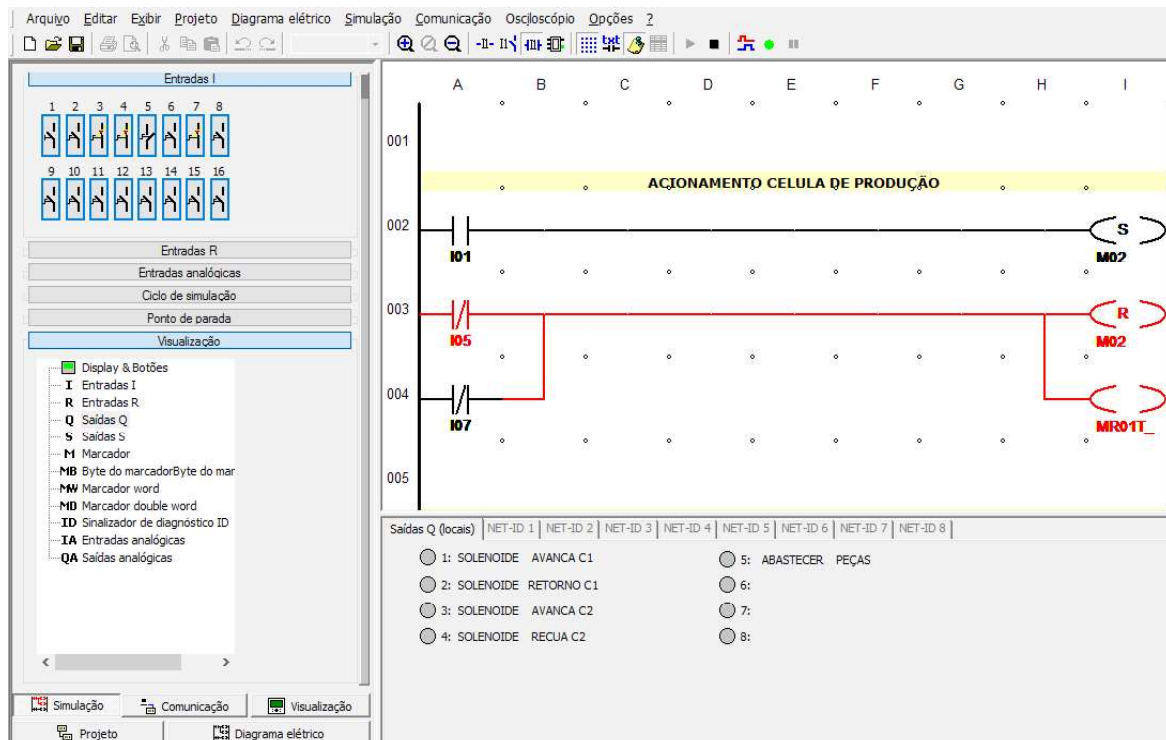
A última simulação a ser apresentada (Figura 21), demonstra quando o operador apertar o botão desliga, neste caso a entrada I5 do CLP será desligada. Com isto a memória interna M02 e a memória MR0IT serão reinicializadas com a função Reset da programação do CLP. Assim o processo de cravagem de grampo no servo freio será interrompido e somente irá reiniciar quando o operador apertar novamente o botão de start.

Figura 20 – Sensor magazine



Fonte: Autor.

Figura 21 – Sensor acionamento



Fonte: Autor.

Todas as simulações em conjunto demonstram que ao se implementar o programa proposto no processo atual, o manuseio de peças pelo operador não será mais necessário. Desta forma justifica-se a implantação desta automação neste processo atualmente manual. Assim, aumentando-se a produtividade, reduzindo retrabalho e garantia de repetitividade.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho propôs uma automação em um processo manual de cravagem de grampo no servo freio usada em sistema de servos freios. Um programa em linguagem ladder no CLP Macroface EASY 820, foi apresentado como solução de automação. As simulações realizadas demonstraram a aplicabilidade da solução e os resultados simulados deixam claro que os objetivos serão alcançados.

Durante a realização do trabalho foram encontradas dificuldades, tais como: falta de literatura específica relacionada ao assunto, por ser uma atividade relativamente nova são raras as experiências similares relatadas para se ter uma noção de procedimentos ou até mesmo uma base de consultas.

Com relação ao aumento da produtividade também se pode garantir o ganho em produtividade devido a disponibilidade de máquina conforme a implementação da automação, contudo resulta em substituição de um trabalho manual por um automatizado com menor taxa de erro assim reduzindo os refugos. Finalmente a repetibilidade da montagem correta se deve ao fato de que no processo atual o operador está sujeito a erro de montagem, posição errada ou deixar faltar a reposição do componente no abastecimento.

Os benefícios do sistema comum a todos podem ser observados tanto ao curto prazo como ao longo prazo. Quanto ao curto prazo o sistema trará uma redução no custo de produção em favorável a produção, gerando um acréscimo ao lucro da empresa positivo aos meses. Ao médio e longo prazo, além dos ganhos financeiros, referentes ao aumento da produtividade. O maior ganho associado ao sistema será a possibilidade de otimização de produção. Valendo-se das informações estatísticas do processo, será possível analisar o histórico do fluxo produtivo e estabelecer novas metas ou mudanças nos processos.

## REFERÊNCIAS

- ABREU, Paulo. **Robótica Industrial**: texto – Aplicações Industriais e Robôs. 29 f. Dissertação (Mestrado em Instrumentação, Automação e Controle), 2002.
- BEGA, Egídio Alberto (Org.). **Instrumentação Industrial**. 2a ed. Instituto Brasileiro de Petróleo e Gás. Rio de Janeiro: Editora Interciência, 2006.
- CAMARGO, G. O. **Comandos Hidráulicos e Pneumáticos**. Florianópolis: Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial - SENAI, SC, 2010. 113 p.
- FESTO. **Programa de fornecimento festo**. Brasil, 2010.
- GEORGINI, Marcelo. **Automação Aplicada**: Descrição e Implementação de Sistemas Sequenciais com PLCs. São Paulo: Érica, Ed. 9, 2007.
- GOOGLE. 2017a. **Célula automatizada**. Disponível em: <<https://google.com.br/search?celula+automatizada>>. Acesso em: 01 abr. 2017.
- GOOGLE. 2017b. **Cilindro**. Disponível em: <<https://www.google.com.br/search?q=cilindros>>. Acesso em: 05abr. 2017.
- GROOVER, Mikell. **Automação industrial e sistema de manufatura**. São Paulo: Pearson, 2011.
- GROOVER, Mikell.P. **Automação industrial e processos de manufatura**. 3 ed. – São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2010.
- GUERRA, Wladimir A. **Implementação de Controle Proporcional, Integral e Derivativo Digital em Controladores Lógico Programáveis**. Monografia. Recife, 2009.
- KAMP. **Alimentadores vibratórios**. Disponível em: <<http://www.kamp.com.br/igc/uploadAr/FileProcessingScripts/>>

PHP/UploadedFiles/alimentador-de-pecas\_kamp\_99.pdf> Acesso em: 06 abr. 2017.

RIBEIRO, Marco Antônio. **Fundamentos da Automação**. 1. Ed. Salvador: Tek Treinamento & Consultoria, 2003.

ROSARIO, João M. **Automação Industrial**. São Paulo: Baraúna, 2009.

SILVEIRA, Paulo Rogério da; SANTOS, Winderson E. dos; **Automação e controle discreto**. 3 ed. São Paulo: Érica, 1998.

STEWART. Harry L. **Pneumática & hidráulica**. 3. ed. Curitiba: Hermus, 2008.