

Eixo Temático: Inovação e Sustentabilidade em Diferentes Setores

INOVAÇÃO EM PROCESSOS DE MANUFATURA EM UMA INDÚSTRIA DE AGRONEGÓCIOS

Clovis Luis Deves, Délcio Rocha, Oli Silva, Édio Polacinski e Marlene Kreutz Rodrigues

RESUMO

Este artigo tem como objetivo apresentar inovações tecnológicas aplicadas em dispositivos de solda, em uma empresa de agronegócios, do estado do Rio Grande do Sul. Este se caracteriza por ser um estudo qualitativo, com abordagem exploratória. A pesquisa utilizou o estudo de caso como escopo. Este estudo foi realizado para o desenvolvimento de dispositivo de solda com sistemas automatizados para determinado componente de máquina agrícola. Quanto aos meios de investigação, a coleta de dados foi realizada coletando as informações necessárias na empresa. Onde, determinou-se, inicialmente, através de um estudo de referencial teórico das inovações tecnológicas, como sensores de presença e indutivos, sistemas de giro como final de curso, sistemas grampos pneumáticos para fixação de componentes, cortina de luz, solda robotizada e um controlador (CLP). Após, apresentou-se os resultados identificados da aplicação, especificamente, relacionados ao componente de análise considerado, sendo que como principais, pode-se destacar: sensores, grampos e atuadores pneumáticos, solda robotizada e CLP.

1. INTRODUÇÃO

Inicialmente, torna-se importante destacar, que indústria de grande porte estão mais competitivas, e neste cenário a busca por novas tecnologias nos métodos de fabricação e produção tem se tornado o diferencial e um grande aliado, agregando valor a seus produtos como, qualidade, rapidez e satisfação do cliente. Portanto as inovações tecnológicas em dispositivos como sensores, CLPs, grampos pneumáticos e robos de solda são importantes sistemas utilizados na construção de dispositivos de solda.

Assim, evidencia-se que a escolha do tema proposto para o presente artigo é fundamentada pela importância dos sistemas de automação em dispositivos de solda, no controle da qualidade, no aumento de produtividade relacionado as principais indústrias em nível nacional e internacional, bem como pela possibilidade de identificar e apresentar o detalhamento de uma aplicação prática de sistema de automação em dispositivos de solda, em uma indústria de grande porte, referência no mercado de atuação.

Diante deste contexto, importante destacar que o dispositivos de solda atual dispõe de condições de posicionamento manual de componentes e fixadores, que apresentam variabilidade em seus processo por causas humanas e de natureza desconhecida, mas que afetam o desempenho e a qualidade do componente além de causar desconforto ao individuo.

Dessa forma, e com base nos aspectos anteriormente citados, ressalta-se que o presente artigo tem como objetivo apresentar uma aplicação de sistemas de automação, em uma empresa de agronegócios, do estado do Rio Grande do Sul, considerada referência no mercado de atuação. Neste sentido, salienta-se que são apresentados todos sistemas de automação aplicados na construção do dispositivo de solda, para o item considerado, em um processo de solda. Destacando a importância na utilização de sistemas automatizados como sensores, grampos pneumáticos, robôs de solda e CLPs para construção de dispositivos de solda, com a finalidade de obter produtos de qualidade que atendam aos padrões do projeto e repetitividade com aumento de produção.

2. REVISÃO DA LITERATURA

2.1 Conceito de Inovação

Nos tempos modernos com a abertura de novos mercados e a globalização, as grandes empresas buscam a sustentabilidade e competitividade, com isso necessitam inovar tanto em produtos e processos para atender as expectativas do cliente com produtos de alta qualidade e preços baixos. A partir deste propósito buscou-se estabelecer indicadores e conceitos para orientar as organizações na qualificação das inovações.

A inovação de produtos e serviços, realmente faz uma grande diferença para empresas de todos os tamanhos. Para Bessant e Tidd (2009, p.20) afirmam “se não mudarmos o que oferecemos ao mundo (bens e serviços) e como o criamos e ofertamos, corremos o risco de sermos superados por outros que o façam”. Inovar é uma questão de sobrevivência, quando as mudanças são focadas e regulares essas empresas são capazes de competir no mercado.

Portanto de acordo com OCDE (2004), a inovação consiste na geração de novas tecnologias em produtos e processos, estes podem ser de bens e ou serviços, organizacionais e são cruciais no desenvolvimento econômico e na sustentabilidade das empresas. Porém existem classificações como as radicais e incrementais capazes de identificar os benefícios diante da sociedade, e definir parâmetros capazes de mensurar os impactos provocados pela inovação.

2.2 Inovações TPP – Tecnológicas em Produtos e Processos

Inovações Tecnológicas em Produtos e Processos (TPP) compreendem as implantações de produtos e processos tecnologicamente novos, além de substanciais melhorias tecnológicas em produtos e processos. Uma inovação TPP é considerada implantada se tiver sido introduzida no mercado (inovação de produto) ou usada no processo de produção (inovação de processo). Uma inovação TPP envolve uma série de atividades científicas, tecnológicas, organizacionais, financeiras e comerciais. Uma empresa inovadora em TPP é uma empresa que tenha implantado produtos ou processos tecnologicamente novos ou com substancial melhoria tecnológica durante o período em análise OCDE (2004).

2.3 Economia da Inovação

A inovação está no cerne da mudança econômica. Conforme Schumpeter apud OCDE (2004), “inovações radicais provocam grandes mudanças no mundo, enquanto inovações ‘incrementais’ preenchem continuamente o processo de mudança”. A inovação é orientada pela habilidade de fazer relações, de visualizar oportunidades e de tirar vantagem das mesmas, envolvendo possibilidades novas, como a exploração de avanços tecnológicos totalmente radicais (BESSANT; TIDD, 2009).

É fundamental saber por que ocorre a mudança tecnológica, por que as empresas inovam. A razão apresentada por Schumpeter apud OCDE (2004), é que elas estão em busca de lucros: um novo dispositivo tecnológico traz alguma vantagem para o inovador. No caso de processo que eleve a produtividade, a empresa obtém uma vantagem de custo sobre seus concorrentes, vantagem esta que lhe permite obter uma maior margem aos preços vigentes de mercado ou, dependendo da elasticidade da demanda, usar uma combinação de preço mais baixo e margem mais elevada do que seus concorrentes para conquistar participação de mercado e obter ainda mais lucros.

2.4 O dínamo da inovação

O complexo sistema de fatores que conformam a inovação no nível da empresa é chamado “dínamo da inovação”. Desta forma, está se reconhecendo a importância da empresa para que uma economia seja inovadora. Para inovar, uma empresa precisa descobrir quais são as oportunidades, estabelecer uma estratégia apropriada, e ter a capacidade de transformar esses insumos em inovação real - e fazê-lo mais rápido do que seus concorrentes. A capacidade de inovação consiste em um conjunto de fatores que a empresa tem ou não tem, e nos modos de combiná-los de maneira eficiente (OCDE, 2004).

Observe-se ainda conforme OCDE (2004) que a capacidade tecnológica de uma empresa está, em parte, inserida em sua força de trabalho. Empregados capacitados são considerados um recurso-chave de uma empresa inovadora. Acrescenta-se também que além de pesquisadores, as empresas necessitam de engenheiros que possam gerenciar as operações de fabricação, de vendedores capazes de entender a tecnologia que estão vendendo (tanto para vendê-la, como para trazer de volta as sugestões dos clientes) e gerentes gerais familiarizados com as questões tecnológicas.

A capacidade depende também das características da estrutura da empresa, de sua força de trabalho e das facilidades de que dispõe (competências, departamentos), de sua estrutura financeira, de sua estratégia, dos mercados, dos concorrentes, das alianças com outras empresas ou com universidades e, acima de tudo, de sua organização interna. Muitas tentativas foram feitas para construir modelos que lancem luz sobre o modo como a inovação é gerada dentro das empresas, e como ela é influenciada pelo que ocorre fora das empresas (OCDE, 2004).

2.5 Inovação Tecnológica de Processo e Objetivos da Inovação

Inovação tecnológica de processo é a adoção de métodos de produção novos ou significativamente melhorados, incluindo métodos de entrega dos produtos. Tais métodos podem envolver mudanças no equipamento ou na organização da produção, ou uma combinação dessas mudanças, e podem derivar do uso de um novo conhecimento. Os métodos podem ter por objetivo produzir ou entregar produtos tecnologicamente novos ou aprimorados, que não possam ser produzidos ou entregues com os métodos convencionais de produção, ou pretender aumentar a produção ou eficiência na entrega de produtos existentes (OCDE, 2004).

Segundo OCDE (2004), recomenda-se que os motivos pelos quais uma empresa se engaja em atividade de inovação sejam identificados através de seus objetivos econômicos em termos de produtos e processos de inovação pode colocar a seu alcance. De um modo geral, vários objetivos serão relevantes.

Objetivos econômicos da inovação, a partir da OCDE (2004):

- a) aumentar participação de mercado;
- b) aumentar a flexibilidade da produção;
- c) reduzir os custos de produção (através da redução dos custos unitários de mão de obra; do corte de materiais de consumo; do corte do consumo de energia; da redução da taxa de rejeição; da redução dos custos de desenho do produto; da redução dos prazos de início de produção;
- d) melhorar a qualidade do produto;
- e) melhorar as condições de trabalho.

A inovação tecnológica de processo ou produto é de suma importância para o crescimento, produtividade e competitividade da empresa no sentido de garantir sua sobrevivência.

2.6 Automação

A palavra automação está diretamente ligada ao controle automático, ou seja, ações que não dependem da intervenção humana. Este conceito é discutível, pois a “mão do homem” sempre será necessária, pois sem ela não seria possível a construção e implementação dos processos automáticos. O objetivo era sempre o mesmo, o de simplificar o trabalho do homem, de forma a substituir o esforço braçal por outros meios e mecanismos, liberando o tempo disponível para outros afazeres, valorizando o tempo útil para as atividades do intelecto, das artes, lazer ou simplesmente entretenimento (SILVEIRA; SANTOS, 1998). Atualmente a automação industrial é muito aplicada para melhorar a produtividade e qualidade nos processos considerados repetitivos, estando presente no dia-a-dia das empresas para apoiar conceitos de produção tais como os Sistemas Flexíveis de Manufatura e até mesmo o famoso Sistema Toyota de Produção.

Ainda segundo Rosário (2005), a automação industrial pode ser entendida como uma tecnologia integradora de três áreas, a eletrônica responsável pelo hardware, a mecânica na forma de dispositivos mecânicos (atuadores) e a informática responsável pelo software que irá controlar todo o sistema.

2.7 Controlador Lógico Programável (CLP)

Segundo Faria apud MAWEG (2011), o Controlador Lógico Programável (CLP), nasceu dentro da General Motors, em 1968, devido a grande dificuldade de mudar a lógica de

controle dos painéis de comando a cada mudança na linha de montagem. Tais mudanças implicavam em altos gastos de tempo e dinheiro. Além disso, observa-se que sob a liderança do engenheiro Richard Morley, foi preparada uma especificação que refletia as necessidades de muitos usuários de circuitos e relés, não só da indústria automobilística como de toda a indústria manufatureira.

Acrescente-se conforme MAWEG (2011) que os CLPs podem ser definidos como miniaturas de computadores industriais que contém um hardware e um software que são utilizados para realizar as funções de controles. Os sinais de entrada e saída dos CLPs podem ser digitais ou analógicos. Existem diversos tipos de módulos de entrada e saída que se adequam as necessidades do sistema a ser controlado. Os módulos de entrada e saídas são compostos de grupos de bits, associados em conjunto de 8 bits (1 byte) ou conjunto de 16 bits, de acordo com o tipo da CPU. Como a tecnologia do CLP tem avançado, temos diferentes linguagens de programação e capacidades de comunicação e muitas outras características. Os programas são normalmente realizados na linguagem Ladder, a linguagem que mais se aproxima de um esquema elétrico baseado em relês, e são colocados na memória da CPU em forma de operações. O CLP além de comunicar-se com outros sistemas de controles, eles também pode realizar funções que indiquem suas próprias falhas, como também as falhas da máquina ou do processo.

2.8 Sensores

Os sensores são os elementos que fornecem informações sobre o sistema, correspondendo as entradas do controlador. Esses podem indicar variáveis físicas, tais como pressão e temperatura, ou simples estados, tal como um fim de curso posicionado em um cilindro pneumático.

Conforme fabricante Coel (2011), existe dois tipos de sensores, os capacitivos e indutivos que foram desenvolvidos para atender as necessidades de sistemas de automação modernas onde é necessário conciliar altas velocidades e elevada confiabilidade. Sua aplicação é em condições das mais variadas, sendo, em dispositivos de automação, proteção e segurança substituindo chaves de fim de curso. Os sensores são os seguintes:

- Sensor indutivo - é um circuito eletrônico que forma um campo eletromagnético defronte a face sensora do sensor. Uma vez inserido um corpo metálico nesta região, parte deste campo é absorvido, provocando a comutação do sinal de saída do sensor;
- Sensor capacitivo - se for aproximado um corpo qualquer defronte a sua face sensora, há uma variação no dielétrico, provocando a comutação do sinal de saída do sensor. Para cada tipo de material existe um ponto distinto para provocar a necessária variação do dielétrico, e existe um trimpot externo que permite o ajuste para cada tipo de material, segundo informações do fabricante Coel.

2.9 Cortina de luz

De acordo com TecnoPress (2011), existem no mercado vários sistemas de proteção ou isolamento do operador com a máquina ou equipamento e esses sistemas fornecidos pela TecnoPress são os seguintes:

- Os sistemas CLT (cortinas de luz) e GLT (grades de luz) são sensores optoeletrônicos de proteção (sem contato mecânico) para proteção da área de risco em máquinas perigosas;
- O sistema CLT 220/420 detecta o movimento do operador (dedo, mão ou uma parte do corpo) entrando na zona de perigo nas proximidades da máquina e emite o sinal para a

parada do movimento de risco, antes que o operador esteja em posição onde possa haver perigo de lesão;

- As cortinas e grades de luz CLT/GLT utilizam tecnologia de luz infravermelha. Possuem automonitoramento e estão adequados às normas internacionais referentes aos dispositivos de proteção usados em máquinas e equipamentos industriais, conforme ilustra Figura 1.

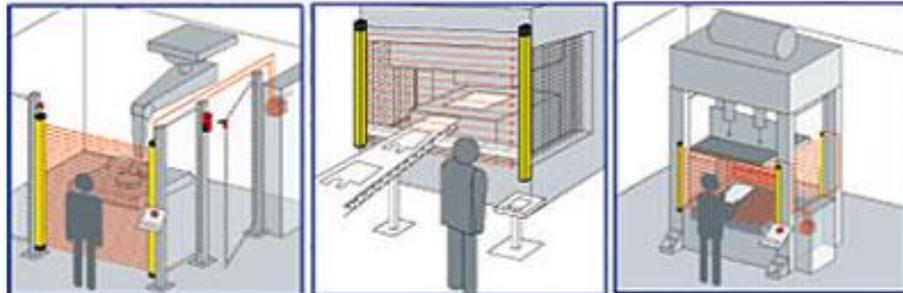


Figura 1 – Modelo de cortina de luz. Fonte: TecnoPress (2011).

2.10 Atuadores pneumáticos

Os atuadores e grampos pneumáticos além de oferecerem todos os benefícios de um grampo pneumático convencional muito comum em processos de soldagem e prensagem de chapas, aumentam significativamente a segurança e eficiência do processo e por serem equipados por sistemas mais sofisticados e precisos, aumentam a segurança dos operadores que neles operam, evitam perdas de material e perda de equipamentos e possibilitam o uso de sensores mesmo em ambientes com alto campo magnético, como nas pinças de solda de média frequência.

Os atuadores pneumáticos operam com ar comprimido em uma pressão de 6 a 8 bar, isto porque esta faixa é melhor e mais indicada para se ter um bom desempenho do mesmo. Os atuadores são elementos duráveis. Os atuadores pneumáticos são construídos para trabalhar na condição de 6000 km com lubrificação, podendo aceitar ou não o reparo. A condição (com ou sem lubrificação) é estabelecida pela aplicação, em processos de indústrias químicas, alimentícias e farmacêuticas, por exemplo, devem ser sem lubrificação para evitar contaminação. O critério Quilometragem se refere a distância percorrida pelo elemento de vedação, variando o número de ciclos de acordo com o curso dos atuadores pneumáticos.

2.11 Definições de Robôs Industriais

Um robô industrial pode ser definido como “um sistema mecânico articulado que tem como objetivo principal executar operações pré-definidas”.

Isso é realizado através da unidade de controle, que indica o que o manipulador fará para que o robô realize as tarefas especificadas. Normalmente, ele é constituído de seis (6) graus de liberdade. Sua trajetória é definida através de um conjunto de ângulos/translações, associados ao movimento angular/linear de cada grau de liberdade do robô, que, após um algoritmo de interpolação, servirá como sinal de referência para o controlador de posição de cada junta robótica, que realizará uma comparação com os sinais provenientes dos transdutores de posição das juntas.

Um robô industrial é definido como um manipulador multifuncional reprogramável, projetado para movimentar materiais, partes, ferramentas ou peças especiais, através de diversos movimentos programados, para o desempenho de uma variedade de tarefas (BARROS apud RIVIN, 1988).

3. METODOLOGIA

O trabalho caracteriza-se por ser descritivo, quando procura descrever sistematicamente uma área de interesse, ou fenômeno, conforme Lakatos e Marconi (2001); mas, também, pode ser definido como exploratório, por procurar, em sua fase inicial, entender um fenômeno, para depois, poder explicar suas causas e conseqüências (GIL, 1999).

O estudo também apresenta características qualitativas, onde de acordo a Mattar (1999), identifica a presença ou ausência de algo, não tendo a preocupação de medir o grau em que algo está presente.

No que se refere ao desenvolvimento do processo da pesquisa, aponta-se, que a técnica do estudo de caso foi adotada para realização do trabalho, onde de acordo a Gil (1999), apresenta como objetivo a análise profunda e exaustiva de uma, ou poucas questões, visando permitir o seu conhecimento amplo e detalhado.

Já com relação aos procedimentos metodológicos, quanto aos tipos de dados, evidencia-se que esses foram coletados seguindo as seguintes etapas: reunião de dados diante de documentações variadas; entrevistas pessoais e observação direta em campo. Ressalta-se, que os referidos dados foram considerados da seguinte forma:

Os dados primários foram coletados, por meio da realização de diversas entrevistas não estruturadas-dirigidas, com os responsáveis, soldador e engenharia de manufatura. Também foram utilizados dados originados das observações realizadas em campo.

E os dados secundários, foram obtidos, através de documentos e publicações especializadas, provenientes de materiais informativos, catálogo de fornecedores de equipamento de automação e segurança.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 Estudo de caso

Nesse estudo de caso apresentam-se os dados analisados dentro de uma célula de soldagem em uma indústria metal mecânica, onde são unidos componentes metálicos formando um único conjunto conforme Figura 2, que por sua vez é usado como componente de um produto final que é a colheitadeira automotriz.

A união desses componentes metálicos ocorre primeiramente através de um processo de posicionamento das peças individuais, feito através de uma ferramenta denominada dispositivo ou gabarito de soldagem, para que esta localização atenda padrões dimensionais definidos pelo desenho geométrico do produto e então formando uma junção permanente pela aplicação da soldagem.

Foram analisadas neste processo uma situação atual onde posicionamento das peças ocorre com dispositivo sem o uso de recursos de automação, tanto para posicionamento quanto para o aperto das peças e outra com a utilização de recursos de automação para a otimização do processo.

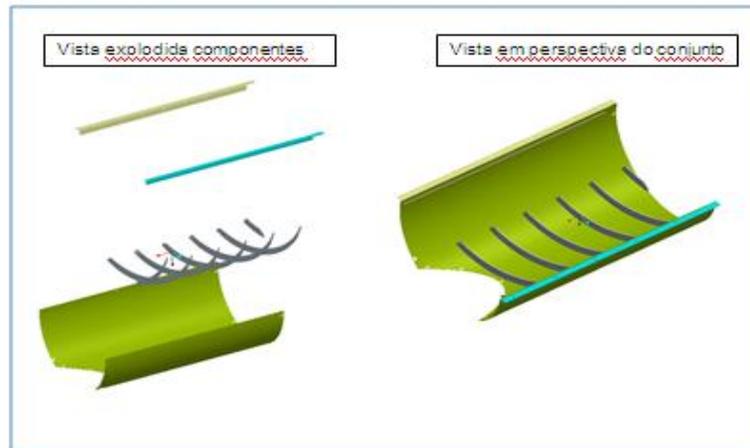


Figura 2 - Conjunto soldado. Fonte: Pesquisa (2012)

4.2 Situação atual

Ferramentas utilizadas no processo de posicionamento e soldagem conforme Figuras 3 e 4, sem processo de automação.

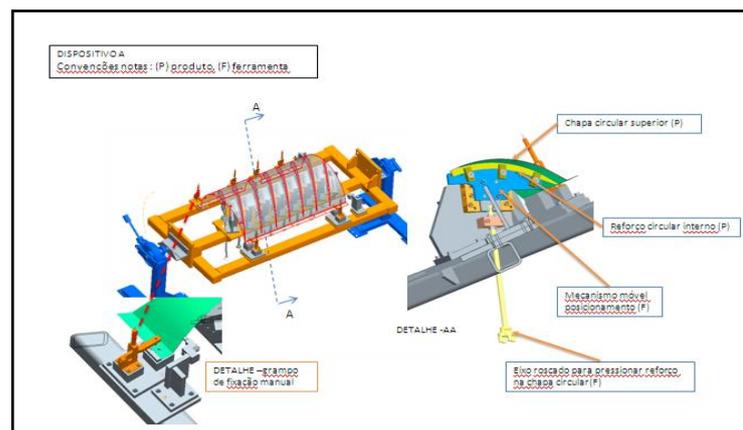


Figura 3 – Dispositivo de solda A. Fonte: Pesquisa (2012)

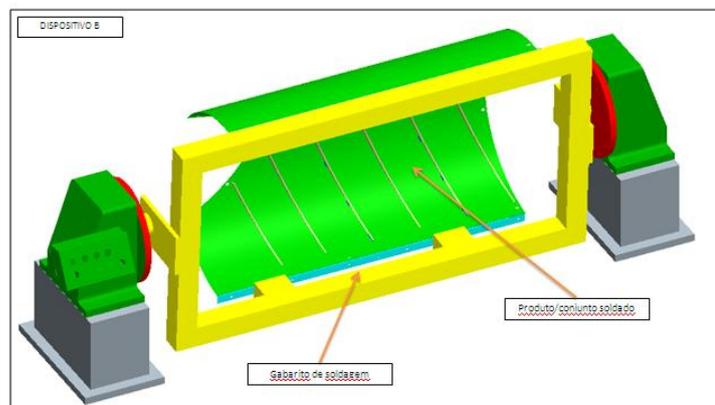


Figura 4 – Dispositivo de solda B. Fonte: Pesquisa (2012)

4.3 Descrição da sequência do processo atual

A Tabela 1 ilustra as atividades desenvolvidas pelo operador, a forma como a realiza e o tempo necessário.

Tabela 1: Sequência de eventos sem sistema de automação.

Operação	Descrição	Método	Tempo (min)
10	Posicionamento e fixação dos reforços circulares internos no dispositivo A	manual	1
20	Posicionamento da chapa maior circular	uso de talha	0,6
30	posicionamento e fixação das cantoneiras laterais	manual	0,7
40	Fixação da chapa maior circular	manual	0,7
50	Giro da ferramenta para início da soldagem dos componentes	manual	0,3
60	Deslocamento dos reforços circulares internos com mecanismo manual - 07 posições	manual	2,5
70	Aplicação de pontos de solda mig para preparação estação posterior	manual	8
80	Retirada do produto do dispositivo A de ponteamento de solda	uso de talha	0,5
90	Posicionamento no dispositivo B para a conclusão da soldagem	manual	0,5
100	Conclusão da soldagem	manual	12
110	Retirada do produto do dispositivo B	uso de talha	0,5
tempo total			27,3

Fonte: Pesquisa (2012)

4.4 Principais problemas encontrados na situação atual

Como principais problemas encontrados a partir da situação atual, destaca-se:

- a) Problemas de acesso aos locais de soldagem no dispositivo (A) em razão do mesmo ter muitos elementos próximos aos componentes soldados, gerando problemas ergonômicos e tempos de operações elevados;
- b) Problemas de qualidade na soldagem pela visibilidade não adequada na aplicação da soldagem;
- c) Necessidade de constante troca de operadores pelo desgaste físico excessivo na utilização do mecanismo manual de posicionamento e aperto dos itens soldados;
- d) Operações de movimentação entre ferramentas que geram operações que não agregam valor;
- e) Possibilidade de esquecimento de não fechamento de grampos, além de falta de pressão adequada no mecanismo mecânico para localizar os reforços circulares.

4.5 Novo Processo

Ferramentas utilizadas no processo de posicionamento de componentes e soldagem com a utilização dos recursos de automação, conforme Figuras 5 e 6.

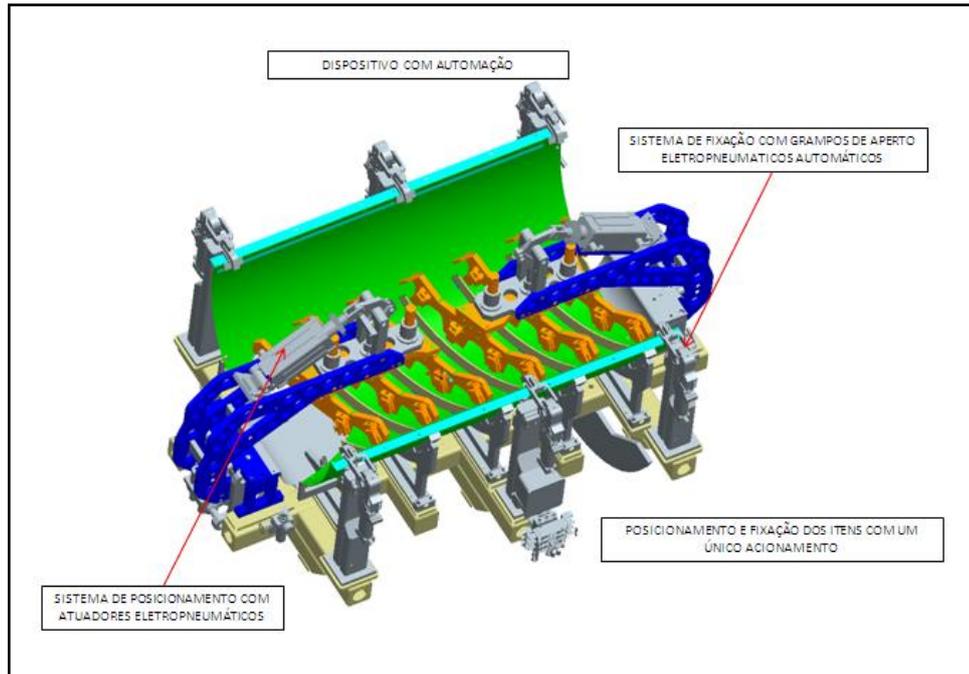


Figura 5 – Dispositivo de solda com automação. Fonte: Pesquisa (2012)

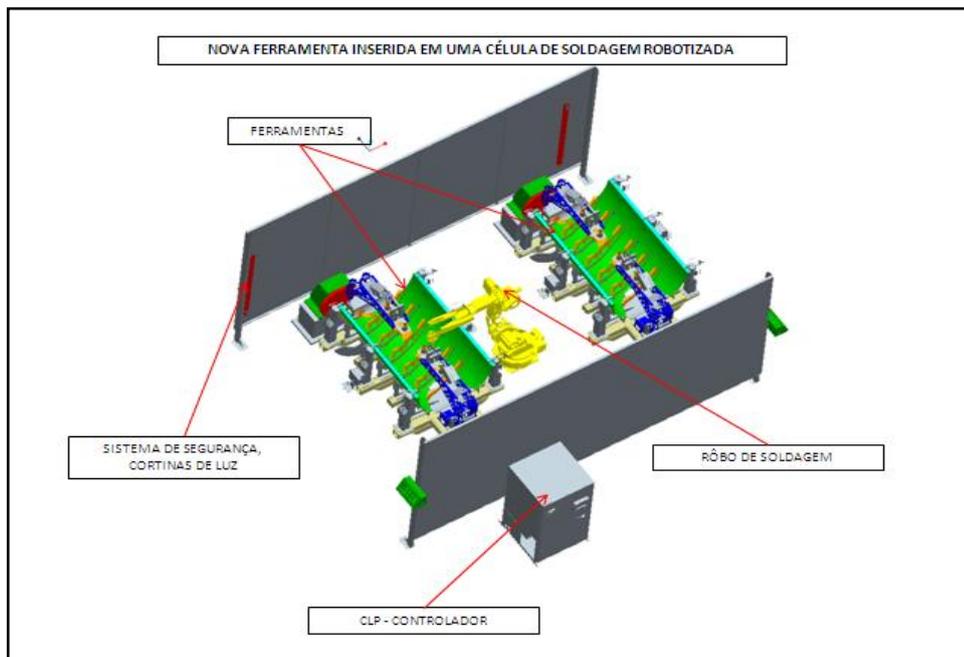


Figura 6 – Dispositivo de solda com automação na célula robotizada. Fonte: Pesquisa (2012)

4.6 Descrição do novo processo

Na Tabela 2 está descrita às atividades executadas pelo operador, a forma e os tempos necessários para as respectivas atividades.

Tabela 2: Sequência de Eventos com sistema de automação

Operação	Descrição	Método	Tempo (min)
10	Posicionamento das cantoneiras laterais	manual	1
20	Posicionamento da chapa maior circular	uso de talha	0,6
30	Acionamento dos grampos pneumáticos p/ fixar cantoneiras	automatizado	0.16
40	Acionamento dos atuadores pneumáticos laterais para localizar os reforços circulares internos	automatizado	0.3
50	Posicionamento e fixação dos reforços circulares internos	manual	1.5
60	Movimentação das garras pneumáticas para localizar reforços internos e prensar chapa circular	automatizado	0.3
70	Aplicação de pontos de solda mig para possibilitar recuo das garras pneumáticas	Robotizado	2
80	Recuo das garras pneumáticas para possibilitar acesso à soldagem	uso de talha	0.7
100	Conclusão da soldagem	robotizada	13
110	Retirada do produto da ferramenta	uso de talha	0,5
tempo total			15,5

Fonte: Pesquisa (2012).

4.7 Principais vantagens do processo com automação

Como principais vantagens do processo com automação destacam-se:

- a) Eliminados problemas de ergonomia por movimentos repetitivos no deslocamento dos mecanismos de forma manual e dificuldade de acesso nas áreas de soldagem;
- b) Alto padrão na qualidade de soldagem, em função da uniformidade do processo robotizado;
- c) Redução de operações de troca da peça em estações de soldagem, consideradas operações que não agregam valor ao produto;
- d) Uniformidade dimensional do conjunto;
- e) Redução do tempo de ciclo na fabricação do conjunto;
- f) Redução do custo de fabricação do item pela alta produtividade e uso do operador para execução de outras atividades além do carregamento das peças nesta ferramenta.

4.8 Recursos de automação

São recursos de automação:

- Cilindros pneumáticos para movimentação dos mecanismos da ferramenta para o posicionamento dos componentes do conjunto soldado de forma automatizada;
- Grampos pneumáticos para fixação das peças mantendo pressão uniforme de aperto e reduzindo o tempo de ciclo no fechamento dos grampos.
- Sensores por indução para controles de fechamento e abertura dos grampos e cilindros pneumáticos;
- Sistema de segurança com cortinas de luz, que interrompe o processo automaticamente caso alguém acesse a área da ferramenta ou do robô de solda quando esses estiverem em operação, evitando acidentes;
- Robô de soldagem, que permite soldagem em velocidades maiores e de forma uniforme.

5. Conclusões

O artigo enfatiza com base nas premissas relacionadas a inovação tecnológica, da necessidade de uma análise criteriosa para aplicação de processos automatizados para que este tenha um custo benefício de acordo com as expectativas da empresa, entretanto, dependendo da finalidade da aplicação, como para resolver questões de segurança ou ergonomia, o peso do retorno financeiro não é o fator essencial.

O foco deste estudo de caso é uma célula de soldagem robotizada, na qual se observou primeiramente a questão ergonômica, entretanto a viabilidade da implementação deste processo está condicionada a outros fatores que vão garantir o sucesso desta implementação.

Entre estes fatores estão a complexidade da geometria dos itens soldados para garantir a qualidade exigida na aplicação da soldagem, uma vez que o robô de soldagem não apresenta sensoriamento das juntas soldadas para não tornar o sistema de custo elevado, porém os recursos utilizados de automação como sensores em grampos e atuadores pneumáticos, sistema de segurança e ferramentas de posicionamento de precisão viabilizam a implementação desta célula de soldagem com custo adequado e alcançando os objetivos propostos.

Este trabalho contribui no estudo sobre inovações tecnológicas de uso crescente na solda de itens que apresentam complexidade da geometria, fornecendo subsídios de uma realidade industrial sobre um tema que desperta crescente interesse acadêmico.

Por fim, destacam-se as limitações deste estudo no que se refere à sua capacidade de generalização, visto que foi desenvolvido apenas um estudo de caso, em uma empresa industrial. Sugere-se a realização de novos estudos complementares, demonstrando sua importância em outras empresas com as mesmas características. Os fatores apresentados neste artigo, de maneira geral consiste numa vantagem competitiva importante para concorrer com outras empresas do mesmo ramo de negócio.

Referências

- ASL - **Atuadores pneumáticos**. Fonte: <www.atuadoressul.com.br/-ASL>. Acesso em: 12 Dez 2011.
- COEL - **Controles Elétricos Ltda**. Fonte: <http://www.syar.com.uy/pdf/coel/inductivos_capacitivos.pdf>. Acesso em: 08 Dez 2011.
- GIL, A. C. **Métodos e Técnicas de Pesquisa Social**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 1999.
- LAKATOS, E. M.; MARCONI, M. A. **Fundamentos de Metodologia Científica**. São Paulo:
- MAWEG - Manual do Aluno da WEG. Apostila “**Controlador Programável Modelo TP01 – Manual do Aluno da WEG (Código Manual 0899.1812)**”. Fonte: <[HTTP://www.hulkrozi.com/automacao/arq/roteiro.doc](http://www.hulkrozi.com/automacao/arq/roteiro.doc)>. Acesso em: 10 Dez 2011.
- MATTAR, F. N. **Pesquisa de Marketing**. São Paulo: Atlas, 1999. Fonte: <<http://www.lmp.ufsc.br/disciplinas/Stoterau/Maq-ferr-Final-v11.pdf>>. Acesso em: 20 Nov 2011.
- OCDE - **Organização para Cooperação Econômica e Desenvolvimento**, 1997.
- RIVIN, E., “**Mechanical Design of Robots**”. 1 ed., McGraw-Hill Inc., New York, 1988. Fonte: <http://www.automotiva-poliusp.org.br/mest/banc/pdf/barros_marcelo.pdf>. Acesso em: 11 Dez 2011.
- ROSÁRIO, J. M. **Princípios de Mecatrônica** - Editora Pearson Prentice Hall, São Paulo, 2005. Fonte: <<http://pt.scribd.com/doc/3020515/Apostila-Automacao-Industrial>>. Acesso em: 04 Nov 2011.
- SCHUMPETER, J. (1934), **The Theory of Economic Development**, Harvard University Press, Cambridge Massachusetts.
- SILVEIRA, P. R., SANTOS, W. E. **Automação e Controle Discreto**. Editora Érica, São Paulo, 1998. Fonte: <<http://pt.scribd.com/doc/3020515/Apostila-Automacao-Industrial>>. Acesso em: 15 Nov 2011.
- TECNOPRESS. **Automação Industrial**. Fonte: <<http://www.tecnopress.com.br/CortinaDeLuz.html>>. Acesso em: 12 Dez 2011.