

PROPOSTA DE AUTOMAÇÃO DE BAIXO CUSTO NO PROCESSO DE MANIPULAÇÃO DE CHAPAS PARA ESTAMPAGEM

JOÃO CLÁUDIO FERREIRA SOARES^{1*}, ANDRES DORATIOTTO SANTINATO DE SOUZA²; FÁTIMA GEÍSA MENDES TEIXEIRA³;

¹Doutorando em Engenharia, UMinho, Prof. Adjunto, ULBRA, Manaus-AM, engmecanica.manoas@ulbra.

²Eng. Mecânico, Moto Honda da Amazônia, Manaus-AM, andrew_joseln@hotmail.com

³MSc. Prof. Adjunto, ULBRA, Manaus-AM, coordengquimica@ulbra.br.

Apresentado no
Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia – CONTECC'2016
29 de agosto a 1 de setembro de 2016 – Foz do Iguaçu, Brasil

RESUMO: Este trabalho apresenta o desenvolvimento do projeto de um manipulador de chapas de aço para o processo de estampagem. O manipulador atuará em sincronismo com a prensa e um operador através do sistema de controle e comando automático do projeto. O objetivo desse projeto é reduzir os custos com mão-de-obra, acidentes e tempos de processo através de uma automação de baixo custo. Foi realizada uma comparação de custo e retorno do investimento em relação a aquisição de robôs manipuladores existentes no mercado e o projeto proposto. O projeto foi modelado em software CAD/CAE onde foram obtidos os desenhos 2D das peças com as respectivas especificações de dimensão e materiais. Outros componentes também foram especificados para atender características específicas do projeto como redutores, ventosas, guias lineares, CLP, sensores, parafusos, pontos de soldagem e o *lay out* do projeto, considerando o enclausuramento da área de atuação do manipulador. Também foi desenvolvida a lógica de programação dos movimentos e tempos de processo, bem como, a arquitetura do sistema de controle e comando automático. Os objetivos do trabalho foram alcançados e os resultados encontrados foram um projeto pronto para a execução. Estimou-se com a implantação, retorno do investimento e as respectivas reduções de custo. Os estudos ocorreram em uma industrial do Polo Industrial de Manaus (PIM) no segmento de duas rodas durante o segundo semestre de 2015.

PALAVRAS-CHAVE: Estampagem, automação, manipulador de chapas.

PROPOSAL FOR LOW-COST AUTOMATION IN THE PROCESS OF HANDLING PRINTING PLATES

ABSTRACT: This work presents the development of the project of a handler of steel plates for the printing process. The handler will act in synchrony with the press and an operator control system and automatic control of the project. The goal of this project is to reduce the cost of labour, accidents and process times through a low cost automation. A comparison of cost and return on investment regarding the acquisition of existing handlers robots on the market and the proposed project. The project was modeled in CAD/CAE software where they were obtained the 2D drawings of the parts with the corresponding specifications of size and materials. Other components were also specified to meet project-specific features such as gearboxes, suction cups, linear guides, PLC, sensors, bolts, welding points and the lay out of the project, considering the enclosure of the operating area of the handler. Was also developed the programming logic of the movements and process times, as well as the architecture of control system and automatic control. Work objectives were achieved and the results were a project ready for execution. It has been estimated with the deployment, return on investment and cost reductions. The studies took place in an industrial Manaus Industrial Pole (PIM) in the two-wheeled segment during the second half of 2015.

KEYWORDS: Stamping, automation, sheet handler.

INTRODUÇÃO

A estampagem é um processo de conformação mecânica, geralmente realizada a frio, que deforma plasticamente uma chapa plana de modo a adquirir uma nova forma geométrica. A estampagem é realizada com o emprego de máquinas chamadas prensas hidráulicas compostas de dispositivos com formatos específicos e entram em contato com a peça chamados de estampos ou matrizes (Chiaverini, 1986).

Automação industrial é a aplicação de técnicas, softwares e equipamentos específicos em uma determinada máquina ou processo industrial. A automação possui vários objetivos, dentre eles destacam-se a melhoria da eficiência através da otimização dos recursos, repetibilidade na execução, redução dos tempos e custos de processo. Algumas aplicações exigem maior segurança, força, velocidade, controle de parâmetros, controle de posição e dimensional o que limita a percepção e interferência humana. Compõem a automação dispositivos mecânicos e eletroeletrônicos como sensores e atuadores que enviam e recebem sinais elétricos de computadores e controladores programáveis. Robôs são equipamentos automatizados que executam tarefas através de sensores (percepção de variáveis) e atuadores (movimento) (Cary, 1995).

Na busca pela melhoria de processos industriais há muitas soluções possíveis e prováveis. Contudo, a engenharia moderna busca soluções mais simples, eficientes e viáveis relacionando os custos aos benefícios. Através dessas premissas, propõem-se o projeto em questão, a fim viabilizar a implantação de uma melhoria eficiente, com o intuito de melhorar produtividade, segurança e eficiência da alimentação e manipulação de chapas em um processo de estampagem.

O manipulador foi desenvolvido para substituir um operador que coloca duas chapas metálicas de 80x80mm, 1,5mm de espessura e aproximadamente 2kg na prensa de estampagem e aciona uma botoeira dupla. O manipulador deve pegar as duas chapas do empilhamento e colocar na prensa após o acionamento das botoeiras pelo operador que está do outro lado da prensa para retirar as peças. O sincronismo dos movimentos do operador, prensa e manipulador na mesma área é monitorado pelo sistema de controle e automação para garantir a segurança do operador.

MATERIAIS E MÉTODOS

Dimensionamento e Modelagem 3D

A modelagem do manipulador foi desenvolvida no software chamado *CATIA V5* que trabalha basicamente em modelagem 3D, emitindo posteriormente desenhos 2D do conjunto e também de cada componente com suas respectivas especificações para fabricação e aquisição junto a fornecedores. As especificações são as dimensões, materiais e componentes que o compõem considerando as necessidades do projeto.

A Figura 1 e 2 mostram a modelagem do manipulador no software *CATIA V5* com a respectiva perspectiva isométrica respectivamente, identificação dos componentes e a lista de materiais na Tabela 1.

Figura 1. Modelagem do manipulador de chapas.

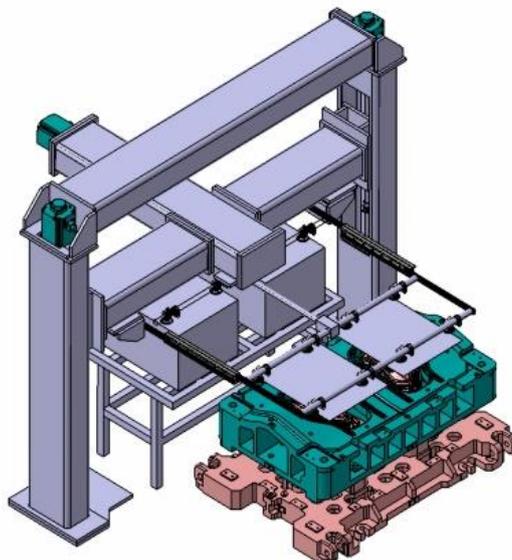


Figura 2. Perspectiva isométrica com a identificação dos componentes.

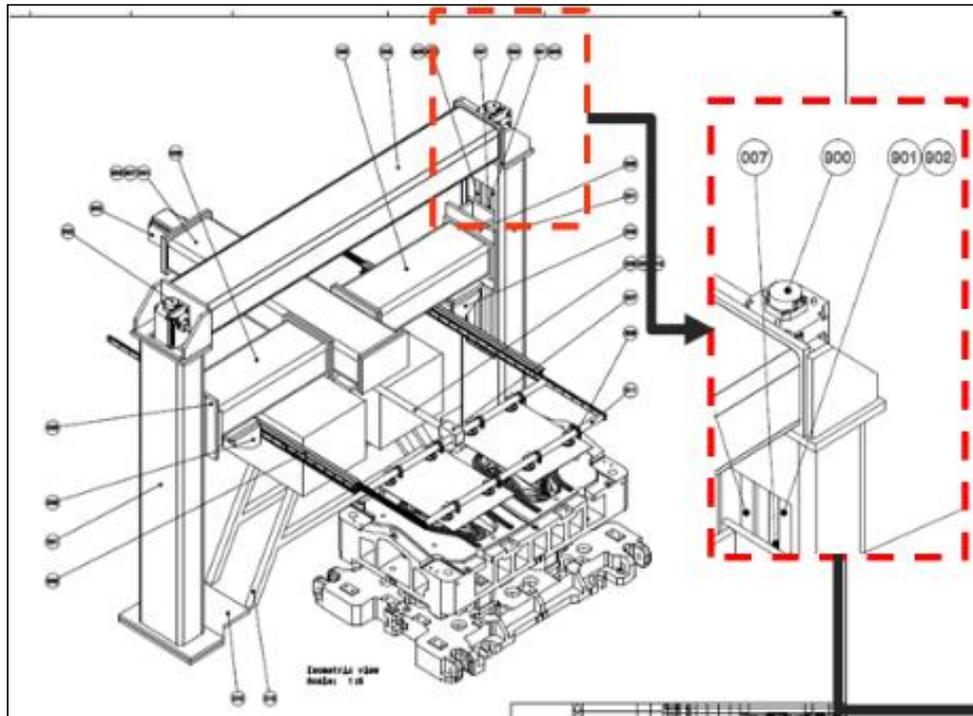


Tabela 1. Lista de materiais do Manipular.

LISTA DE MATERIAL - COMPONENTE										
Nº.	ITEM	TAM.	NOME DO DESENHO	QTD.	QTD. REP.	MATERIAL	DIMENSAO ACABADA	CH.	DIMENSAO BRUTA	DATA PREVISTA
△	001		COLUNA VERTICAL	02						
△	002		COLUNA TRANSVERSAL	01						
△	003		COLUNA HORIZONTAL	02						
△	004		COLUNA ALIMENTACAO	01						
△	005		BASE GUIA VERTICAL	02						
△	006		PORTA GUIA TELESCOPICA	02						
△	007		BLOCO ALIMENTADOR	01						
△	008		EIXO ALIMENTADOR	01						
△	009		BLOCO ALIMENTADOR	01						
△	010		BASE GUIA HORIZONTAL	01						
△	011		EIXO	02						
△	012		BASE COLUNA VERTICAL	02						
△	013		SUPORTE BLANK	01						

LISTA DE MATERIAL - COMPONENTE										
Nº.	ITEM	TAM.	NOME DO DESENHO	QTD.	QTD. REP.	MATERIAL	DIMENSAO ACABADA	CH.	DIMENSAO BRUTA	DATA PREVISTA
△	900		SERVO MOTOR	03		mitsubishi	HF-SP502B			
△	901		FUSO DE ESFERAS	02		THK	SBK 3232-5,6			
△	902		PORTA CASTANHA FUSO	03		THK	NHA-SC-A130			
△	903		EIXO	04		THK	LM30-AJ			
△	904		BUCHA	06		THK	SL 30UU			
△	905		GUIA TELESCOPICA	02		ROLLON	DEF63-1490			
△	906		FUSO DE ESFERAS	01		THK	SBK 3232-5,6			
△	907		EIXO	02		THK	LM30-AJ			
△	908		PORTA VENTOSA	08						
△	909		VENTOSA	08						

Estrutura do manipulador

Para a fabricação da estrutura metálica do manipulador foi selecionada chapas de aço 1020 com espessura de 3/4" de plegada. As vigas e colunas são no perfil "C" interligadas por soldagem e fixadas no solo por parafusos.

Sistema de controle e automação

A lógica do sistema de automação e controle do manipulador foi desenvolvida inicialmente em um fluxograma relacionando o tempo e a execução das ações do operador, equipamento de manipulação das chapas e prensa de estampagem, considerando o sincronismo entre essas partes, tempos e métodos mais eficiente para o processo e a segurança das operações. A função do operador é a de acionar a botoeira dupla e retirar a peça após a estampagem. O Manipulador aguarda o comando do sistema para pegar e colocar as chapas na prensa. A prensa aguarda o comando para executar a estampagem. Os sensores ópticos de presença informam ao controlador a condição de colocação da chapa e retira da peça, bem como, do operador e do manipulador da área de trabalho da prensa.

O CLP (controlador) utilizado no projeto é da marca SCHNEIDER ELECTRIC, modelo Preventa XPS MP (CLP de segurança), executável em Windows. O CLP foi selecionado por ser adequado processos industriais e máquinas complexas que requerem proteção tanto para o operador como para a máquina.

Para esta aplicação, os sensores ópticos são cortinas de luzes da marca *Allen Bradley*, Modelo *Guard Shield* Padrão de POC Tipo 4 de segurança. Este modelo foi selecionado devido à alta sensibilidade na detecção de um dedo humano garantindo a segurança do projeto.

Os atuadores de movimentação do conjunto são 3 servos motores da marca Mitsubishi, modelo HF-SP52B, o mesmo utilizado em robôs.

Os atuadores em contato com as chapas para pegar do empilhamento e soltá-las no molde são 8 ventosas pneumáticas conforme Figura 3, 4 para cada chapa de 2kg, da marca Parker, modelo PCG-60-NBR com diâmetro de 60mm e capacidade de 173N cada uma, o que dá aproximadamente 6,7kg (60% de nível de vácuo). As ventosas utilizam o vácuo produzido pelo ar comprimido do sistema a 5bar de pressão ao passarem por geradores de vácuo que funcionam com o princípio de venturi.

Figura 3. Ventosas pneumáticas e a sua respectiva estrutura.



São utilizados 2 Guias lineares da marca Rollon, modelo DEF63-1490 para o movimento horizontal das ventosas.

Esquema de instalação

O enclausuramento da área de instalação é necessário para evitar acidentes com o manipulador em funcionamento (NR-12). Caso alguém invada a área de trabalho do manipulador, os sensores ópticos detectam e o funcionamento é interrompido. A Figura 4 mostra o esquema do manipulador acoplado a prensa, a área de enclausuramento com a respectiva porta de acesso, a posição do operador e os pontos

com sensores de detecção. A Figura 5, mostra a arquitetura do sistema de controle, interligando o comando da prensa e manipulador.

Figura 4. Vista superior do manipulador acoplado a prensa hidráulica de estampagem.

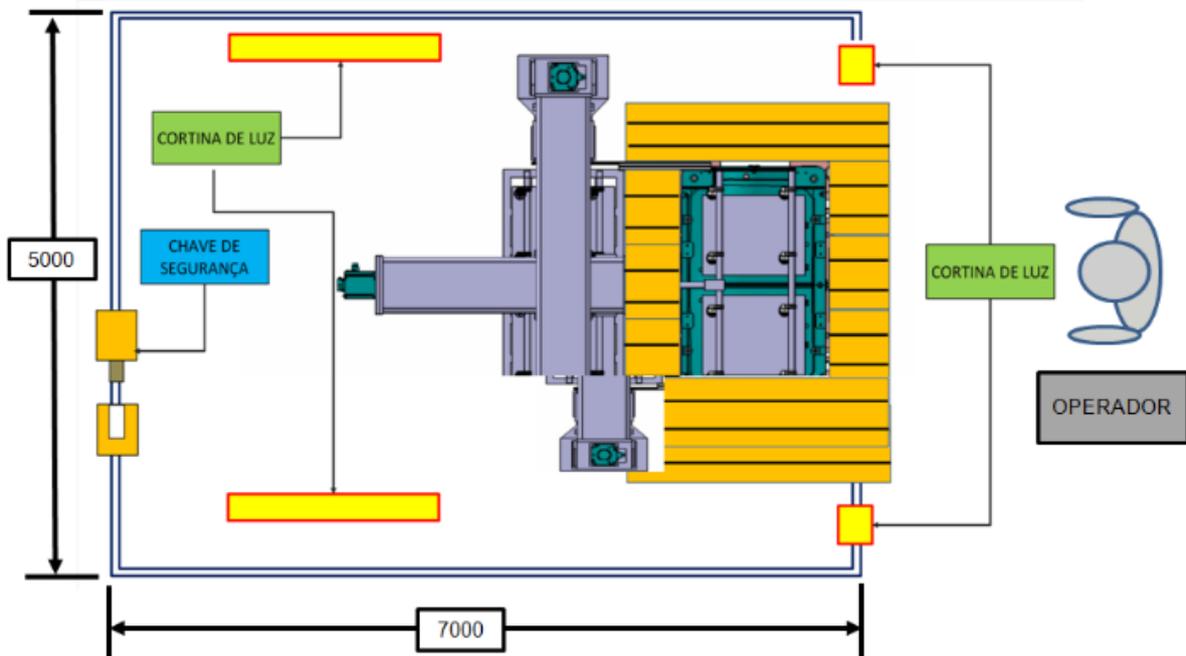
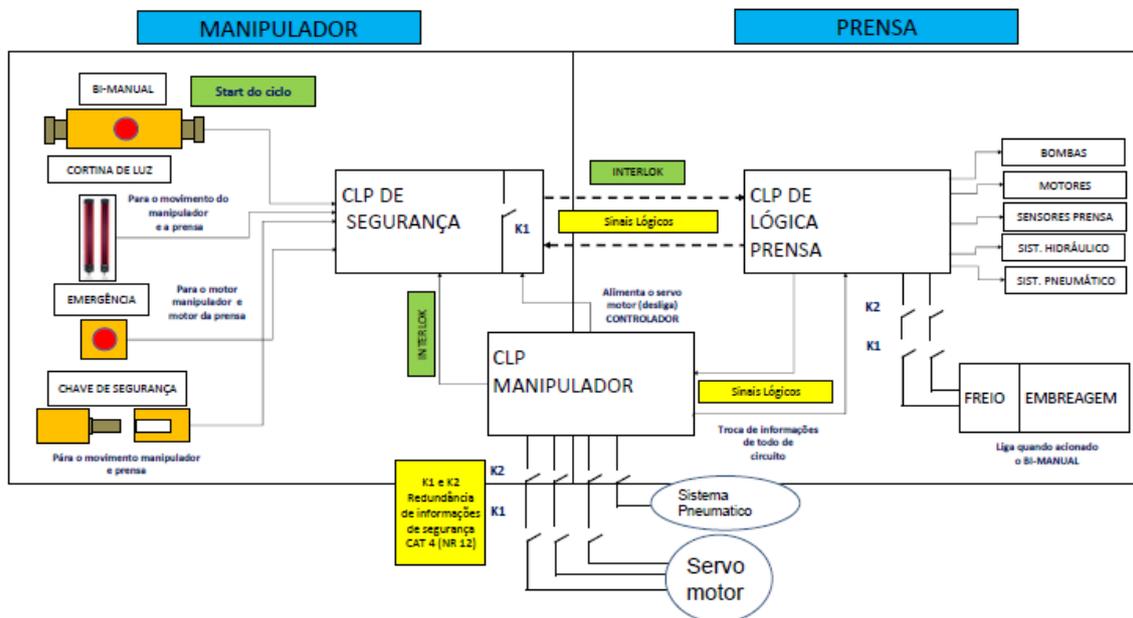


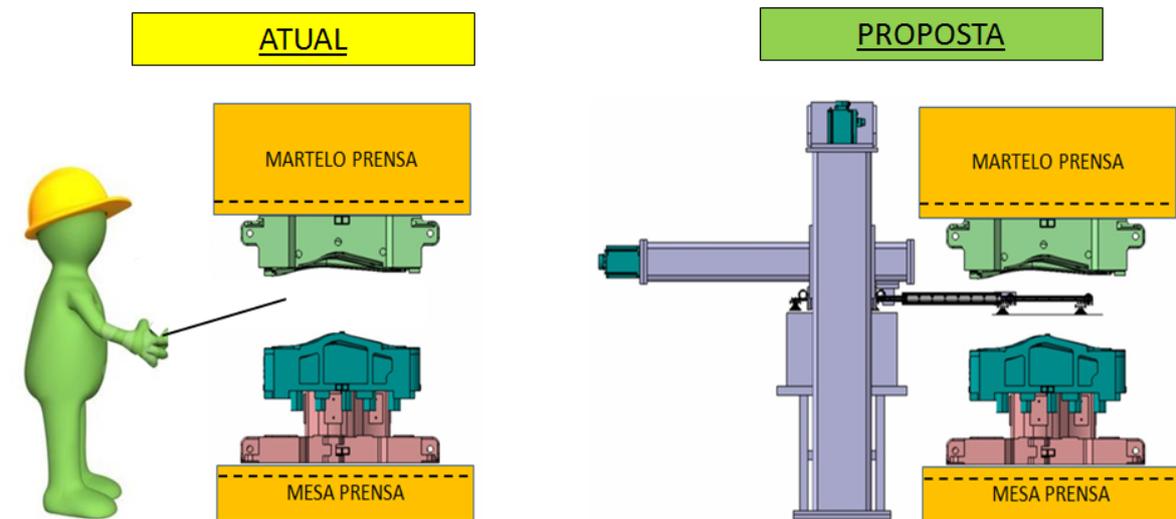
Figura 5. Arquitetura do sistema de controle e comando da automação.



RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Figura 4 mostra a condição proposta pelo projeto de substituir o operador pelo manipulador automático. O projeto foi concluído com todas as especificações, custos e análise técnicas de implantação.

Figura 6. Processo de alimentação de chapas atual (esquerda) e a proposta de automação (direita)

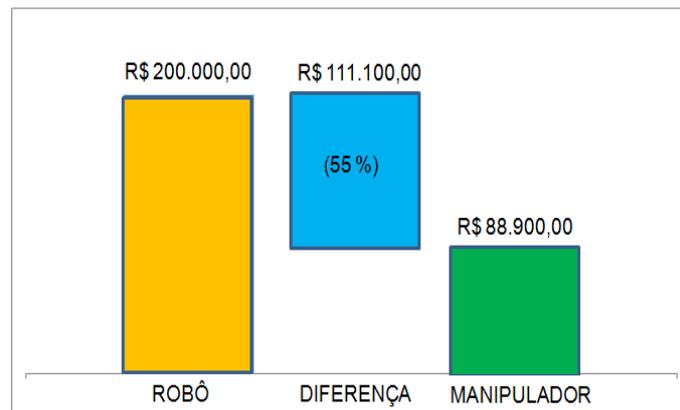


A Tabela 2 apresenta a lista de materiais do projeto com o respectivo custo. Os custos de aquisição dos materiais do manipulador ficam 55% menor do que a aquisição de um único robô manipulador conforme mostra o Gráfico da Figura 7, sendo que o projeto exigiria 2 robôs. Essa comparação não levou em conta os custos de montagem e fabricação de ambos.

Tabela 2. Lista de materiais com o custo dos materiais.

LISTA DE MATERIAIS COM CUSTOS						
ITEM	DESCRIÇÃO DO EQUIPAMENTO	QTD	UNID.	VALOR UNITÁRIO	VALOR TOTAL	OBS.
ESTRUTURA	1 CHAPA DE AÇO 3/4 POL. - ESTRUTURA GERAL	20	m2	R\$ 600,00	R\$ 12.000,00	
	2 CHAPA DE AÇO 1 POL. (3 m2) BASES DE APOIO E PEQUENA ESTRUTURAS	3	m2	R\$ 600,00	R\$ 1.800,00	
	3 TUBO AÇO 3/4" ESP 2mm - ESTRUTURA DAS VENTOSAS	20	m	R\$ 50,00	R\$ 1.000,00	
	4 PARAFUSOS M24	60	unid	R\$ 10,00	R\$ 600,00	
	5 SOLDA - ELETRODOS REVESTIDOS	200	Kg	R\$ 20,00	R\$ 4.000,00	
	6 FNCI AUSURAMENTO	20	m	R\$ 600,00	R\$ 12.000,00	
SISTEMAS DE CONTROLE	7 SERVO MOTOR	3	unid	R\$ 4.000,00	R\$ 12.000,00	Mitsubishi IIF SP52B
	8 CLP DE LÓGICA	2	unid	R\$ 3.000,00	R\$ 6.000,00	Mitsubishi FX 3U Série Q
	9 CLP DE SEGURANÇA	1	unid	R\$ 3.000,00	R\$ 3.000,00	Schneider XPS MC322 ou XPS MF
	10 CHAVE DE SEGURANÇA ENCLAUSURAMENTO	1	unid	R\$ 3.000,00	R\$ 3.000,00	
SISTEMAS DE MOVIMENTO E FORÇA	11 CORTINAS DE SEGURANÇA	4	unid	R\$ 1.000,00	R\$ 4.000,00	Allen-Bradley -GuardShield Padrão de POC Tipo 4
	12 GUIA TELESCÓPICA / GUIA LINEAR	2	unid	R\$ 4.000,00	R\$ 8.000,00	Rollon DET63-1490
	13 FUSO DE ESFERA	2	unid	R\$ 500,00	R\$ 1.000,00	THK - SRK 3232- 5,6
	14 PORTA CASTANHA FUSO	3	unid	R\$ 1.500,00	R\$ 4.500,00	THK - NHA SC-A 130
	15 FIXO	4	unid	R\$ 2.000,00	R\$ 8.000,00	THK - 1M 30 - A1
	16 BUCHA	6	unid	R\$ 1.000,00	R\$ 6.000,00	THK - SI 30 11U
	17 VENTOSAS À VACUO - 4 VENTOSAS POR BLANK DE 10 Kg	20	unid	R\$ 50,00	R\$ 1.000,00	Parker / Diam=60 mm / Modelo-PCG G0 NBR
	18 LINGUEIS / CONXÔLS	20	unid	R\$ 10,00	R\$ 200,00	
	19 MANGUEIRA PNEUMÁTICA - 10 mm	40	m	R\$ 10,00	R\$ 400,00	
	20 MANGUEIRA PNEUMÁTICA - 8 mm	40	m	R\$ 10,00	R\$ 400,00	
TOTAL GERAL					R\$	88.900,00

Figura 7. Comparativo com o custo de um robô manipulador que realize o mesmo trabalho que o manipulador.



Estima-se um retorno de investimento em aproximadamente 12 meses, considerando que o manipulador substituiria 1 operador por turno, totalizando 3 operadores. Essa análise não considerou possíveis melhorias na qualidade com a isenção de defeitos por manuseio operacional e sujidade, e, segurança com zero custo com acidentes ou afastamentos, o que aumenta as vantagens de implantação.

O tempo de processo foi reduzido de 20s para 11 segundos, obtendo-se uma redução de 45% no tempo, redução de custo e aumento de produtividade em função do tempo e menor custo com mão-de-obra.

CONCLUSÃO

A automação de processos é uma tendência moderna e as empresas devem buscar soluções de baixo custo com retorno de investimento, aumento de produtividade e dos níveis de segurança operacional conforme proposto nesse projeto. Para a automatização de processos de manipulação lineares e sem movimentos complexos, verificou-se com este projeto a possibilidade de ser realizada sem a utilização de robôs, e ainda, manter a mesma confiabilidade. A confiabilidade deste projeto foi obtida a partir da análise das especificidades do conjunto máquina, movimentação e tempos de processo para a seleção das partes sistema de automação e movimentação das chapas. As características técnicas de uma automação são desempenhadas por controladores, sensores e atuadores, mas que dependem de boa programação considerando a conexão de todos os elementos do sistema.

REFERÊNCIAS

- Cary, H.B., Arc Welding Automation. New York, Marcel Dekker, 1995.
- Chiaverini, V. Tecnologia Mecânica Vol. II – Processos de Fabricação e Tratamento Térmico. 2ed. – São Paulo: MecGraw-Hill, 1986.
- Dutra, M. S., Projeto, Construção, Modelagem Matemática e Testes Experimentais de uma Garra Mecânica com Quatro Dedos, Tese de M.Sc., COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, Brasil, 1990.
- Kopac, J.; Campos, Z. Incremental sheet metal forming on CNC – milling machine tool. Journal of Materials Processing Technology 162-163, 2005, 622-628. University of Ljubljana, Faculty of Mechanical Engineering, Ljubljana, Slovenia.
- Jeswiet, J.; Hagan, E.; e Szekeres, A. Proceedings of the institution of mechanical engineers part B- Journal of Engineering Manufacture, 216, 2002, p. 1367-1371.
- Kitazawa, K.; Wakabayashi, A.; Murata, K.; Yaejima, K. Metal flow phenomena in computerized numerically controlled incremental stretch-expanding of aluminum sheets. Journal of Japan Institute of Light Metal, vol. 46, 1996, 267 p.p 65-70.
- Lamminen, L. Incremental sheet forming with on industrial robot-forming limits and their effect on component design. Helsinki University of Technology. Finland. 2005.
- Mesquita, E. L. A.; Rugani, L. L. Estampagem de Aços Inoxidáveis. ACEDDITA. Apostila. 1997.
- Romano, V. F. "Brazilian Investments and Applications in Robotics". In: Preprints of the Workshop on Integration In Manufacturing & Beyond II MB' 2000, p.4, Bordeaux, France, Sept. 2000.

- Schaeffer, L. Conformação Mecânica: estampagem. 2ª Edição. Porto Alegre: Imprensa Livre, 2004. 267 p. p 121-129.
- Franchi, C. M.; Camargo, V. L. A. Controladores lógicos programáveis: Sistemas Discretos. 2. ed. São Paulo: Érica, 2013.
- Tófoli, M. F.; Higa, R. A. Estudo comparativo entre CLP e microcontrolador em um elevador de baixa complexidade para carga. Estudo de caso. 2014.