

CENTRO UNIVERSITÁRIO DO SUL DE MINAS UNIS
ENGENHARIA MECÂNICA
BRENO ALCÂNTARA REIS

TRANSPORTADOR ÁEREO (DISPOSITIVO PARA GIRAR VASILHAMES)

Varginha

2018

BRENO ALCÂNTARA REIS

TRANSPORTADOR ÁEREO (DISPOSITIVO PARA GIRAR VASILHAMES)

Trabalho apresentado ao curso de Engenharia Mecânica do Centro Universitário do Sul de Minas UNIS como pré-requisito para obtenção do grau de bacharel, sob orientação do MSc João Mário Mendes De Freitas

Varginha

2018

BRENO ALCÂNTARA REIS

TRANSPORTADOR ÁEREO (DISPOSITIVO PARA GIRAR VASILHAMES)

Monografia apresentada ao curso de Engenharia Mecânica do Centro Universitário do Sul de Minas UNIS, como pré-requisito para obtenção do grau de bacharel pela Banca Examinadora composta pelos membros:

() Aprovado

Data / /

OBS.:

Dedico este trabalho primeiramente a Deus, pela sabedoria e força dadas durante todo o período de graduação e a minha família, pelo apoio moral, paciência e incentivo nesta etapa de minha vida.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a todos que me ajudaram a elaborar este trabalho, principalmente aos companheiros de trabalho e aos professores pelo conhecimento transmitido neste período.

“No meio da dificuldade encontra-se a oportunidade.”

Albert Einstein

RESUMO

Este trabalho trata de desenvolver um equipamento de automação trazendo benefícios ao empregador em uma linha de produção de vasos de pressão dentro da indústria. Tal abordagem se faz necessária, pois toda empresa possui várias linhas de produção, onde o processo é extenso, faz com que alguns funcionários desempenham funções que não agregam valor ao processo havendo perda de tempo, possibilidade de falha humana e despadronização no produto final, erros bem mais frequentes que quando o processo é efetuado com o controle da máquina. O objetivo deste estudo é facilitar comprovação a relevância do investimento para melhoria do processo de pintura na fabricação de vasos de pressão. Este propósito será conseguido através de pesquisas para realmente avaliar a melhor forma de aplicação do projeto possa ser útil em vários tipos de seguimentos industriais. A pesquisa demonstrou que muitas indústrias de vários seguimentos possuem problemas com seus funcionários por exercer atividades fora do padrão.

Palavras-chave: Automação. Indústria. Inovação.

ABSTRACT

This work aims to develop automation equipment bringing benefits to the employer in a pressure vessel production line within the industry. Such an approach is necessary, because every company has several production lines, where the process is extensive, causes some employees to perform functions that do not add value to the process, causing loss of time, possibility of human failure, and disregarding the final product, errors much more frequent than when the process is performed with the control of the machine. The objective of this study is to facilitate verification of the relevance of the investment to improve the process of production of pressure vessels. This purpose will be achieved through research to really assess how best the application of the project can be useful in various types of industrial follow-ups. Research has shown that many multi-threaded industries have problems with their employees for engaging in non-standard activities.

Keywords:Automation.Industry.Innovation.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Ranking da densidade de robôs global e no Brasil	16
Figura 2 - Bloco de Sistema de Controle.....	17
Figura 3 - Controlador Logico Programável (CLP)	20
Figura 4 - Dispositivo de rodar Vasilhames	23
Figura 5 - Parafuso Allen	23
Figura 6 - Porca Sextavada.....	24
Figura 7 - Arruela Lisa	24
Figura 8 - Correias tipo “V”	25
Figura 9 - Rolamentos e Mancais	26
Figura 10 - Polias.....	26
Figura 11 - Eixos Mecânicos	27
Figura 12 - Chapa de apoio Dos Elementos	27
Figura 13 - Fonte de Alimentação Industrial.....	29
Figura 14 - Motor Elétrico Trifásico	29
Figura 15 - Inversor de Frequência	31
Figura 16 - Ladder	36
Figura 17 - Diagrama Ladder do Projeto.....	37

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	13
2 REFERENCIAL TEÓRICO.....	14
2.1 HISTÓRICOS DA AUTOMAÇÃO INDUSTRIAL.....	14
2.2 O PROCESSO DA EVOLUÇÃO INDUSTRIAL NO BRASIL, ATÉ AUTOMAÇÃO INDUSTRIAL.....	14
2.3 MOTIVOS PARA USO DE SISTEMAS AUTOMATIZADOS.....	16
2.3.1 Pontos positivos da automação.....	16
2.4 AUTOMAÇÃO DE PROCESSOS.....	17
2.5 ÁREAS DA AUTOMAÇÃO INDUSTRIAL.....	17
2.5.1 Automação fixa.....	17
2.5.2 Automação programável.....	18
2.5.3 Automação Flexível.....	18
2.6 PROCESSOS INDUSTRIAIS.....	18
2.7 CONTROLADORES LÓGICOS PROGRAMÁVEIS (CLP).....	19
2.7.1 FUNCIONAMENTO.....	20
2.7.2 Vantagens.....	20
2.8 REDES DE COMUNICAÇÕES INDUSTRIAIS.....	21
3. METODOLOGIA.....	21
4 PROJETO.....	22
4.1 EXECUÇÃO E APLICAÇÃO.....	22
4.2 GANHOS E RESULTADOS.....	22
4.3 ESTADO DA ARTE DO PROJETO.....	22
4.3.1 Parafuso.....	23
4.3.2 Porcas e Arruelas.....	24
4.3.3 Correias Industriais.....	25
4.3.4 Rolamentos e Mancais.....	25
4.3.5 Polias.....	26
4.3.6 Eixos Mecânicos.....	27
4.3.7 Chapa de Apoios Dos Elementos.....	27
5 COMPONENTES ELETRICOS / ELETRONICOS / DE CONTROLE.....	28
5.1 Fonte de alimentação industrial.....	28
5.2 Motor Elétrico Trifásico.....	29
5.3 CLP WEG.....	30

5.4 Inversor De Frequência – Modelo ATV312HU30N4	30
6. Memorial de Cálculos do Projeto	31
6.1 Programa Ladder do Projeto.....	36
7. RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	37
8. CONCLUSÃO.....	37
REFERÊNCIAS	38

1 INTRODUÇÃO

Este projeto tem como objetivo projetar, calcular, fabricar e montar, programar e descrever o funcionamento de um transportador aéreo de cabine de pintura de vasilhames de pressão. Este por sua vez, facilitara o processo de pintura dos vasilhames onde o mesmo é feito manualmente pelos colaboradores da fábrica.

A realização deste projeto baseou-se em todas etapas que constituem o projeto de um transportador aéreo de cabine de pintura automatizado.

O projeto foi constituído em quatro etapas:

- **Projeto** -> Cálculos e desenhos;
- **Fabricação Mecânica** -> operações de usinagem, fresagem, torneamento, furação e montagem mecânica;
- **Automação** -> fonte de alimentação e sensores;
- **Integração** -> montagem da parte mecânica junto com a parte eletrônica e ajustes e testes.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Para melhorar o conceito e entendimento do projeto, devemos passar para um estudo teórico pertinente que ao longo desse estudo será desenvolvido.

Embora alguns dos conceitos citados demandem um detalhamento mais extenso do assunto para sua total compreensão, visando manter o foco principal, apenas as características mais relacionadas ao projeto são apresentadas.

Nesse capítulo será apresentado uma visão de forma geral do projeto proposto. Por isso é fundamental para o entendimento do projeto a compreensão dos tópicos abordados neste capítulo.

2.1 HISTÓRICOS DA AUTOMAÇÃO INDUSTRIAL

O princípio de tudo foi a mecanização de suas primeiras ferramentas que culminou com a revolução industrial. A primeira revolução industrial ocorreu na Inglaterra em meados do século XVIII.

Com a Revolução Industrial foi estabelecido um marco transitório entre uma sociedade que predominava a produção de bens de consumo de forma artesanal e agrícola, para uma sociedade, industrialmente, mais produtiva, voltada para os avanços tecnológicos capazes de afetar as técnicas e o processo de produção, bem como, alterar as relações de mercado, além de modificar radicalmente as formas de organização social e provocar uma descontinuidade nos status políticos, econômicos e culturais (SILVEIRA; SANTOS, 1998).

2.2 O PROCESSO DA EVOLUÇÃO INDUSTRIAL NO BRASIL, ATÉ AUTOMAÇÃO INDUSTRIAL.

Especialistas apontam a automação industrial como a “Quarta Revolução Industrial”, onde os processos mecânicos passam a incorporar juntos com os meios da tecnologia de informação aplicados na indústria.

No Brasil teve sua consolidação na segunda metade do século XX. Isso porque, devido às duas grandes guerras do século, os exportadores de produtos de maior complexidade na época, os países europeus, estavam se reestruturando. Neste momento, o país teve sua participação como exportador de produtos manufaturados ou com algum grau de tecnologia.

O processo de automação industrial no país tem como maiores destaques as indústrias automobilística e de alimentos. Além disso, pequenas e médias empresas também têm se interessado pela tecnologia, devido a possibilidade de incentivos fiscais.

Hoje em dia, a automação industrial é usada como uma grande vantagem competitiva, permitindo o completo domínio sobre o volume de produção, qualidade dos produtos e diminuição dos custos, além disso, também contribui para o fortalecimento da economia e barateamento dos produtos como um todo.

Segundo Ricardo Gomes, diretor da fábrica UNILEVER em Aguaí (SP), a automação se torna a produção mais eficiente, aumentando a qualidade e reduzindo o desperdício.

Gomes, ainda relata que a adoção de automação diminui o número de trabalhadores, mas segundo o executivo, ela permite que eles deixem atividades repetitivas e desconfortáveis e passam a se dedicar e buscar melhorias para a produção ou atuar em outras áreas. “Temos que desmistificar a ideia de que a automação impacta a participação de pessoas. Quando a usamos, precisamos do ser humano, em áreas estratégicas” GOMES, diretor executivo da Unilever.

Segundo dados da IFR (FEDERAÇÃO INTERNACIONAL DE ROBÓTICA, 2018), o Brasil tem dez robôs a cada 10 mil trabalhadores. A média global é 74.

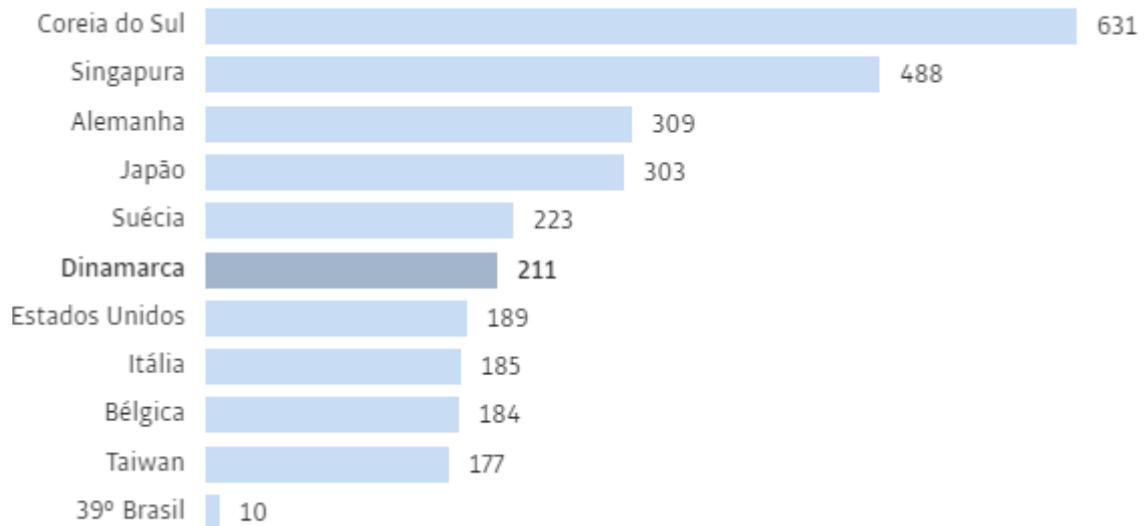
O Brasil fica na 39ª posição em um ranking de 44 países que usam mais a tecnologia. A liderança é da Coreia do sul, com 631 robôs por 10mil trabalhadores, seguida por Singapura (488) e Alemanha (309).

Segundo Fernando Madani (2018), coordenador do curso de Engenharia de controle e automação do Instituto Mauá de Tecnologia. “ Existe o medo da perda de empregos que a automação traria. Mas, se não formos mais eficientes, vamos perder nossos empregos”.

Madani (2018), menciona ainda que um desafio para as empresas que querem adotar automação é ter mão de obra especializada para dar manutenção aos sistemas, especialmente nos casos de pequenas e médias companhias. “ Um robo não é mais tão caro, é possível comprar muitos deles pelo preço de um carro premium, de R\$ 300 mil”.

Conforme figura 1, um grafico demonstrando a situação de cada país e do Brasil no ranking de utilização de robôs industriais.

Figura 1 – Ranking da densidade de robôs global e no Brasil



Fonte: IFR (Internacional Federation of Robotics),2018.

2.3 MOTIVOS PARA USO DE SISTEMAS AUTOMATIZADOS

2.3.1 Pontos positivos da automação

O diretor de projetos da industria CITISYSTEMS, Cristiano Bertulucci Silveira, faz referencias a alguns beneficios conquistados com sua implantação nas industrias, tais como:

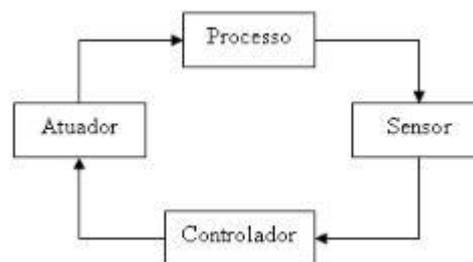
- Redução de custos de pessoal, obtida automatizando as máquinas e o controle da empresa. Por outro lado, exige-se alto custo para realização dessa automação e maior qualificação humana;
- Aumento da qualidade dos produtos, já que as máquinas são mais precisas que o homem. Ter-se-á melhores características de repetitividade e garantia de qualidade constante;
- Redução de custos de estoques. Como a produtividade é aumentada, não há necessidade de grandes estoques;
- Redução do número de produtos perdidos;
- Menor tempo gasto no projeto e fabricação de novos produtos. Máquinas programáveis aptas a desempenhar diferentes operações;
- Modificações no produto são facilmente implementadas; • respostas rápidas às solicitações do mercado.

2.4 AUTOMAÇÃO DE PROCESSOS

A automação é um conjunto de técnicas por meio das quais se constroem sistemas ativos capazes de atuar com alta eficiência através do uso de informações recebidas do processo o qual atuam, a partir destas informações o sistema calcula uma ação corretiva em função da necessidade do processo, esta é uma característica de sistemas em malha fechada, mais conhecidos como sistemas com realimentação, ou seja, aquele que relaciona o valor da saída ao da entrada do processo. Esta relação funciona corrigindo eventuais valores na saída que estejam fora dos valores desejados. Para tanto são utilizados controladores que, a partir de algoritmos, circuitos digitais ou analógicos comparam o valor atual da saída com o valor desejado (SILVEIRA; SANTOS, 1998).

Conforme figura 2, diagrama de bloco das etapas de sistema de controle.

Figura 2 - Bloco de Sistema de Controle



Fonte: O autor.

2.5 ÁREAS DA AUTOMAÇÃO INDUSTRIAL

A automação industrial consiste na introdução de equipamentos e softwares que permitam aumentar a eficiência e qualidade dos processos produtivos na indústria. Alguns autores classificam a automação em três áreas: Automação fixa, automação programável e a automação flexível. (CITISYSTEMS, 2017).

2.5.1 Automação fixa

A automação fixa é baseada na fabricação de um produto determinado. É muito utilizada quando se deseja um elevado volume de produção, e o equipamento utilizado é desenvolvido especificamente para produzir altas quantidades de um único produto ou uma única peça de forma rápida e eficiente. Um grande exemplo desta área da automação é

encontrado nas indústrias automotivas, onde as estações de trabalho realizam operações de usinagem em componentes de motores, da transmissão e nas diferentes peças que constituem a mecânica automotiva. Estes equipamentos são, em geral, muito caros, em função de sua alta produtividade. Porém, devido à alta taxa de produção, o custo fixo é dividido em uma grande quantidade de unidades fabricadas. Assim, os custos unitários resultantes são relativamente baixos se comparados com outros métodos de produção (PAZOS, 2002).

2.5.2 Automação programável

É baseada em equipamentos capazes de produzir uma variedade de produtos com características diferentes, segundo um programa de instruções previamente carregado neste equipamento (SILVEIRA; SANTOS, 1998).

2.5.3 Automação Flexível

A automação flexível combina características da automação fixa e da automação programável, constituindo-se em um intermediário, ou seja, vários tipos de produtos podem se fabricados ao mesmo tempo, dentro do mesmo sistema de fabricação. (AFFONSO, 2001).

2.6 PROCESSOS INDUSTRIAIS

Existem dois tipos de processos industriais, baseados nas variáveis envolvidas no processo. Se as variáveis envolvidas forem em grande maioria do tipo contínuo, ou analógicas, chamamos este de processo do tipo contínuo; caso as variáveis sejam do tipo discreta, ou digital, tem-se um processo do tipo discreto.

As indústrias que utilizam o processo do tipo discreto são manufactureiras, de fabricação por lotes, cujo maior expoente é a indústria automobilística. Já as indústrias que utilizam processo do tipo contínuo, são as de processos, de manipulação, cujo maior expoente é a indústria química, além da farmacêutica, petroquímica, entre outras (SILVEIRA; SANTOS, 1998).

O controle discreto teve seu surgimento marcado pela utilização de dispositivos eletromecânicos do tipo a relés. A base de projetos de Inter travamento com utilização de relés provém do uso de contactores, temporizadores e dispositivos de proteção, onde chaves e contatos simulam os níveis lógicos, este tipo de controle é utilizado até nos dias de hoje.

A utilização de equipamentos do tipo, contactores, bobinas, relés e temporizadores, envolvem riscos de segurança e estão sujeitos a falhas, geralmente em função dos locais de instalação, onde muitas vezes estão expostas a umidade, altas temperaturas e poeira, além de serem lentos e susceptíveis ao desgaste, ocupam grande espaço e não podem ser instalados em locais onde há a presença de gases inflamáveis pelo fato de proporcionarem faíscas em seus acionamentos.

Com o advento dos dispositivos micros processados, surgiram os controladores lógicos programáveis, onde a ideia e forma de programação são oriundas da lógica de programação dos diagramas elétricos de relés. Estes controladores são próprios para processos industriais baseados em rotinas cíclicas de operação. Já os controladores de processos contínuos, evoluíram juntamente com a microeletrônica e passaram a utilizar circuitos mais complexos, micro processados de forma a poderem utilizar poderosos recursos e efetuar técnicas de ação de controle dos mais diversos tipos, tais quais: ProporcionalIntegral-Derivativo – PID, PID adaptativo (não linear), lógica Fuzzy (lógica Nebulosa), entre outras (SILVEIRA; SANTOS, 1998).

Mais tarde surgiram os controladores single loop, controladores de uma única malha, muito utilizados em controle de temperatura de ambientes ou processos, pressão em líquidos e controle de vazão em tubulações de gases. Com o tempo estes controladores evoluíram para sistemas multi loop, ou seja, várias malhas de controle. Estes controladores permitem o Controlador Processo Atuador Sensor UFRN - Redes para Automação Industrial – DCA2401/ Maio de 2003 3 controle de vários processos de forma simultânea, com diferentes estratégias de controle e geralmente concentravam os dados em grandes máquinas chamadas de mainframes.

Os mainframes eram dedicados ao armazenamento e concentração de dados para posterior distribuição, eles também auxiliavam todas as malhas de controle e podiam controlar dezenas de máquinas ao mesmo tempo.

2.7 CONTROLADORES LÓGICOS PROGRAMÁVEIS (CLP)

Um controlador lógico programável Figura 3, é um computador com características de um computador pessoal, porém, com uma aplicação dedicada a automação de processos em geral (NATALE, 2000).

Figura 3 - Controlador Logico Programável (CLP)



Fonte: WEG S.A, 2018.

2.7.1 FUNCIONAMENTO

Um CLP é basicamente composto de dois módulos principais: uma CPU (unidade central de processamento) e os cartões de entradas e saídas digitais ou analógicas. Quando os sensores informam ao CLP, mudanças nas variáveis medidas do processo, este através do programa instalado em sua memória, atua no sistema por meio de suas saídas. (NATALE,2000)

As variáveis de saída do sistema executam, a cada instante, fechamentos de válvulas, acionamento de motores para execução de movimentos etc. O CLP processa o programa do usuário em ciclo fechado.

O programa do usuário tem um início e um fim, o processador começa o processamento no início do programa e quando chega ao fim, atualiza as entradas e saídas e inicia novamente o processamento do programa. (NATALE, 2000).

2.7.2 Vantagens

- Necessita de uma reduzida equipe de manutenção;
- Tem a flexibilidade para expansão do número de entradas e saídas;
- Reutilizáveis;
- Maior confiabilidade;
- Maior flexibilidade;
- Maior rapidez na elaboração dos projetos;
- Interfaces de comunicação com outros CLPs e computadores.

2.8 REDES DE COMUNICAÇÕES INDUSTRIAIS

Com a necessidade de integração de todo o conjunto de informações contido na indústria, aliada à utilização do número crescente de dispositivos digitais de controle, bem como à evolução dos computadores e seus periféricos, é que surgiram as redes de comunicação industriais (SILVEIRA; SANTOS 1998).

As redes, na atualidade, são indispensáveis na automação pelas facilidades que oferecem na comunicação, e em função do domínio que se possui sobre elas. Hoje sabemos quando um sensor deixou de atuar e as causas que o levaram a isso. No caso são sensores inteligentes que se conectam em um nível de rede tipo Chão de Fábrica (DiviceNET). Podemos também ter instalado um sistema supervisorio em nível de uma rede de controles – PCMCIA (ControlNET), que pode atuar no sistema por alarme ou também por um Bargraf ou gráfico de tendência no controle da produção. Pode haver outros tipos de controle via rede, por meio de informações advindas da IHM (interface homem-máquina), etc. A Ethernet, faz a interligação do sistema fabril com outros sistemas de uma empresa. E onde atuamos, com as diversas gerências e também na comunicação externa via internet, a mãe de todas as redes (NATALE, 2000).

3. METODOLOGIA

O método de pesquisa utilizado é o qualitativo, apoiando-se em técnicas de coleta de dados, também quantitativas. De acordo com (GOLDENBERG, 1997) a pesquisa qualitativa não se preocupa com representatividade numérica, mas, sim, com o aprofundamento da compreensão de um grupo social, de uma organização, etc. Os pesquisadores que adotam a abordagem qualitativa opõem-se ao pressuposto que defende um modelo único de pesquisa para todas as ciências, já que as ciências sociais têm sua especificidade, o que pressupõe uma metodologia própria. O estudo foi desenvolvido a partir de:

1. Pesquisa Experimental: Para Gil (2007), a pesquisa experimental consiste em determinar um objeto de estudo, selecionar as variáveis que seriam capazes de influenciá-lo, definir as formas de controle e de observação dos efeitos que a variável produz no objeto.

2. Pesquisa de campo: A pesquisa de campo caracteriza-se pelas investigações em que, além da pesquisa bibliográfica e/ou documental, se realiza coleta de dados junto a pessoas, com o recurso de diferentes tipos de pesquisa (pesquisa ex-post-facto, pesquisa-ação, pesquisa participante, etc.) (FONSECA, 2002).

4 PROJETO

O objetivo do dispositivo de girar vasilhames de pressão é sustentar a rotação do produto, qualificando o processo de pintura, onde o mesmo é feito manualmente pelos colaboradores, assim evitando o contato direto com a peça, proporcionando melhor rendimento e aumento a qualidade do produto acabado. O transportador aéreo por sua vez pode ter seu funcionamento contínuo ou parcialmente dependendo da necessidade de pintura, além de possibilitar a variação de velocidade de transporte tornando a pintura flexível de acordo com demanda de produção. O Dimensionamento do dispositivo foi desenvolvido de acordo com as características da peça a ser transportada, pelo comprimento, tamanho, peso e temperatura de trabalho. O dispositivo em si deve ter uma relação de velocidade equiparada com a do transportador aéreo, assim possibilita o controle de pintura uniforme com um ritmo de trabalho cadenciado, evitando perdas de tempo bem como para mapear os problemas durante o processo produtivo.

4.1 EXECUÇÃO E APLICAÇÃO

O projeto após ser aprovado pelo setor de engenharia e diretoria da empresa, contou com a colaboração do setor de manutenção com profissionais da área mecânica, elétrica, caldeiraria e ferramentaria. Seguindo as normas técnicas de montagem e execução.

Sua aplicação surgiu após a ineficiência do setor de pintura dos vasilhames, onde o operador exercia a aplicação de forma manualmente.

4.2 GANHOS E RESULTADOS

Após o projeto finalizado observou-se que o setor produtivo ganhou em diversas etapas, maximizando o tempo de produtividade e organização evitando “refugos ou retrabalhos” que são índices negativos onde afetam o aumento de gastos desnecessários, que poderiam ser evitados no processo de produção do mesmo.

4.3 ESTADO DA ARTE DO PROJETO

Projeto finalizado em execução na linha de pintura de vasilhames de pressão.

Conforme Figura 4, Projeto em funcionamento no setor industrial.

Figura 4 - Dispositivo de rodar Vasilhames



Fonte: O autor, 2018.

Segue abaixo os componentes Mecânicos utilizados para montagem do Dispositivo de girar vasilhames de pressão:

4.3.1 Parafuso

Definição: Parafusos são elementos de fixação, empregados na união não permanente de peças, isto é, as peças podem ser montadas e desmontadas facilmente, bastando apertar e desapertar os parafusos que as mantêm unidas. Os parafusos se diferenciam pela forma da rosca, da cabeça, da haste e do tipo de acionamento.

Norma ABNT: (DIN 912)

Projeto: Parafuso de cabeça cilíndrica com sextavado interno $\frac{1}{4}$ " – 8peças, Figura 5, material utilizado na montagem do projeto.

Figura 5 - Parafuso Allen



Fonte: Autor.

4.3.2 Porcas e Arruelas

Definição: Porca sextavada utilizada para segurar a carga do sistema / tirante pela proteção ou ajustes determinados no projeto. Usos diversos, em automóveis, residências e indústrias. Em conjunto com um parafuso, a porca é um acessório amplamente utilizado na união de peças. Norma: (DIN EN ISO 4032) porca de uso mais comum, usada com parafusos com até mesma classe de resistência.

Arruela: As arruelas têm a função de distribuir igualmente a força de aperto entre a porca, o parafuso e as partes montadas. Em algumas situações, também funcionam como elementos de trava. É utilizada em órgãos de máquinas que sofrem pequenas vibrações.

Norma: (DIN EN ISO 7090) para fixação axial, em baixas alturas de montagem e cargas reduzidas.

Projeto: Porca $\frac{3}{4}$ " – 8 peças, figura 6; Arruela lisa – 8 peças, Figura 7.

Figura 6 - Porca Sextavada



Fonte: O autor

Figura 7 - Arruela Lisa



Fonte: O autor

4.3.3 Correias Industriais

Definição: As correias trapezoidais de transmissão, também conhecidas por correias em “V” Figura 8, são os sistemas mais baratos e com maior facilidade de manutenção quando se trata de transmissão de força, tendo sua aplicação e popularidade difundida mundialmente.

Norma: (DIN 2215); (DIN 7753).

Projeto: Correias tipo V- Serie A perímetro 37”- 1 peça

Correias tipo V- Serie A perímetro 40”- 1 peça

Correia Tipo V- Serie B perímetro 36”- 2 peças

Figura 8 - Correias tipo “V”



Fonte: Gates Brasil,2015

4.3.4 Rolamentos e Mancais

Definição: Os mancais são elementos de maquinas utilizados para sustentar os rolamentos que por sua vez transmitem com segurança o movimento do sistema.

Norma: SAE AS 17109

Projeto: Rolamento Ø55xØ30x13mm – 1 peça

Rolamento 6004 Z (Ø42xØ20x12)mm – 1 peça

Rolamento 6005 2Z (Ø47xØ25x12)mm – 6 peças

Rolamento 6205 2Z (Ø52xØ25x15)mm – 1 peça

Rolamento 6206 2Z (Ø62xØ30x16)mm – 1 peça

Mancais Ø3"x 430mm
 Tampa do Mancal Ø3"x ½"

Conforme figura 9, material utilizado para montagem do projeto.

Figura 9 - Rolamentos e Mancais



Fonte: RTE Rolamentos, 2018.

4.3.5 Polias

Definição: Peça de forma circular que gira em torno de um eixo, transmitindo energia cinética para movimentar outros corpos, através de correias, cordas ou correntes.

Projeto: Polia Inferior C/ Furo para rolamento Ø215x50mm – 3 peças

Polia Inferior C/ Rasgo de Chaveta Ø210x50mm – 1 peça

Polia Superior Ø8"x 45mm – 1 peça

Polia do Motor Ø3 ½" x 35

Polia Dupla Ø8"x70

Tampa Inferior da Polia Dupla Ø4"x15mm

Tampa Superior da Polia Dupla Ø3"x15mm

Conforme Figura 10.

Figura 10 - Polias



Fonte: Soluçõesindustriais,2015.

4.3.6 Eixos Mecânicos

Definição: Eixos Figura 11 são elementos mecânicos utilizados para articular um ou mais elementos de máquinas. Quando moveis, os eixos transmitem potencia por meio do movimento de rotação.

Norma: ABNT Aço 1045.

Projeto: Eixo Ø1 ½"x150mm

Eixo Ø2"x480 C/ Chapa 80 x 80 x ½"

Eixo Ø1 ½" x 550mm

Figura 11 - Eixos Mecânicos



Fonte: Soluções Industriais, 2015.

4.3.7 Chapa de Apoios Dos Elementos

Material utilizado para montagem e construção do equipamento.

Norma: ABNT Aço 1045.

Conforme figura 12.

Figura 12 - Chapa de apoio Dos Elementos



Fonte: Autor.

5 COMPONENTES ELETRICOS / ELETRONICOS / DE CONTROLE

Na montagem do projeto foram utilizados os seguintes componentes elétricos:

- Fonte de Alimentação industrial
- Motor Elétrico Trifásico
- CLP WEG
- Inversor De Frequência WEG

5.1 Fonte de alimentação industrial

A fonte de alimentação industrial Figura 13, é um produto utilizado para alimentar cargas elétricas de diversos equipamentos. A energia vinda da fonte de alimentação industrial pode variar de acordo com a carga que o equipamento necessita.

É importante observar que uma fonte de alimentação industrial deve ser escolhida e aplicada com as devidas precauções, caso contrário pode causar danos a máquina que está utilizando a fonte em questão.

Basicamente, existem dois tipos de fonte de alimentação industrial, sendo eles:

- O tipo chaveada, o qual é aquela usado nos capacitores e indutores no processo de conversão de energia.
- E a fonte de alimentação industrial chamada de linear, já esse modelo, não é tão recomendada aos computadores tendo em vista que sua eficiência é inferior a chaveada.

Figura 13 - Fonte de Alimentação Industrial



Fonte: Suldistribuidora, 2018.

5.2 Motor Elétrico Trifásico

Motores elétricos Figura 14, são máquinas destinados em converter energia elétrica em energia mecânica. É um dos equipamentos mais utilizados no setor Industrial. Os motores devem ter um cuidados especiais ao seu uso nas instalações e manutenção. A fundação onde sera colocado o motor deve ser plana, e possível isenta de vibrações. Deve ser perfeitamente alinhado com maquina acionada, especialmente nos casos de acoplamento direto. Um alinhamento incorreto pode causar defeito nos rolamentos, vibração e até ruptura do eixo. A manutenção desses motores pode se resumir a uma inspeção periódica quanto aos níveis de isolamento, elevação da temperatura, desgaste, lubrificação dos rolamentos e eventuais exames no ventilador, quanto ao correto fluxo de ar. A frequência com que se devem ser feitas as inspeções depende do tipo de motor e das condições locais de aplicação.

Figura 14 - Motor Elétrico Trifásico



Fonte: WEG S.A,2018

5.3 CLP WEG

Os Controladores Programáveis WEG caracterizam-se pelo seu tamanho compacto e excelente relação custo-benefício. Sendo, sobretudo, equipamentos idealizados para aplicações de pequeno e médio porte em tarefas de Inter travamento, temporização, contagem e operação matemáticas, substituem com vantagens contadores auxiliares, temporizadores e contadores eletromecânicos, reduzindo o espaço necessário e facilitando significativamente as atividades de manutenção.

Conseguimos aplicar esse aparelho nos seguintes meios:

- Sistema de iluminação
- Energia
- Ventilação
- Transporte
- Irrigação
- Refrigeração e ar condicionado,
- Comando de portas e cancelas, bombas, compressores, semáforos e outras aplicações.

5.4 Inversor De Frequência – Modelo ATV312HU30N4

É um dispositivo eletrônico que tem como sua principal função a variação da rotação de um motor trifásico, através de mudança da frequência que o mesmo proporciona em seus

contatos de saída. Assim podemos alternar facilmente a velocidade com a qual o motor vai trabalhar.

A frequência fornecida pela rede (frequência de entrada no motor) determina a velocidade síncrona do campo elétrico pela qual o motor trabalha. O inversor atua mudando esta frequência na entrada do motor, caso a frequência seja maior, conseqüentemente a velocidade do motor será maior, e caso a frequência seja menor a velocidade também é menor.

O uso de um inversor de frequência Figura 15, ocasiona uma série de vantagens, como, por exemplo, explorar o funcionamento do motor e condições não descritas nas suas características construtivas.

Figura 15 - Inversor de Frequência



Fonte: O autor, 2018.

6. Memorial de Cálculos do Projeto

F-> FORÇA

N-> RPM

R-> RAI0

VP-> VELOCIDADE PERIFÉRICA

F = 9810N

$$V_p = \frac{\pi \cdot n \cdot R}{30} \quad (1)$$

$$0,85 = \frac{\pi \cdot n \cdot 0,40}{30} \quad 20,29 \text{ rpm}$$

$$\text{Potência tambor} = F \cdot V = 9810 \cdot 0,85 = 8338,5\text{N}$$

$$\text{Potência motor} = \frac{8338,5}{(0,98 \cdot 0,98 \cdot 0,97 \cdot 0,75)} = 11934,46\text{W} = 16,23\text{CV}$$

Dimensionamento do Mancal

$$n = 20,29 \text{ rpm}$$

$$F = 9810\text{N}$$

$$\text{Diâmetro do motor} = 60 \text{ mm}$$

Lubrificação anel de óleo

$$Ra = 0,003\text{mm}$$

Bucha de bronze a chumbo e motor de aço

$$b/d = 0,75$$

$$\varphi = 0,002$$

$$h = 4\text{km}$$

$$t_a = 35^\circ\text{C}$$

$\alpha\pi = 0,16$ – mancal leve, sem ventilação

$$\mu = 0,0025$$

a) Velocidade periférica da árvore

$$V_p = \frac{\pi \cdot n \cdot R}{30} \quad (2)$$

$$0,85 = \frac{\pi \cdot 0,03 \cdot 20,29}{30} = 0,06\text{m/s}$$

b) Pressão admissível (\bar{P})

$$\text{Pr (Max)} = \frac{2}{3} \text{ N/mm}^2 \cdot \text{m/s} \quad (3)$$

$$\bar{P} = \frac{2/3}{0,06} = 11,11\text{N/mm}^2$$

c) Largura do mancal

$$\frac{b}{d} = 0,75 \quad (4)$$

$$- b = 0,75 \cdot 60 = 45 \text{ mm}$$

d) Diâmetro externo da Bucha

$$De = 1,25 \cdot a \quad (5)$$

$$De = 1,25 \cdot 45 = 56,25 \text{ mm}$$

e) Espessura relativa da fenda lubrificante

$$hr = \frac{h}{\varphi \cdot r} \quad (6)$$

$$hr = \frac{0,004}{0,002 \cdot 30} = 0,007$$

f) Potência de atrito

$$\text{Pot} = \mu \cdot F \cdot d \quad (7)$$

$$\text{Pot} = 0,0025 \cdot 9810 \cdot 0,06 = 1,47 \text{ W}$$

g) Vazão do lubrificante

$$\Theta \cong 6,5$$

h) Temperatura final do lubrificante

$$T_F = (T_S - T_e) + T_a \quad (8)$$

$$T = (T_s - T_e) = \frac{P_m \cdot \theta}{\beta} \quad (9)$$

$$P_m = \frac{F}{d \cdot b} = \frac{9810}{60 \cdot 45} = 3,63 \text{ N/mm}^2$$

$$T_F = 6,14 + 35 = 41,14^\circ\text{C}$$

i) Viscosidade dinâmica

$$\frac{2\omega}{\bar{P}\varphi^2} = 0,15 \quad (10)$$

$$Z = \frac{0,15 \cdot \bar{P}\varphi^2 \cdot 30}{\pi \cdot 20,29} = \frac{0,15 \cdot 11,11 \cdot 0,002^2 \cdot 30}{\pi \cdot 20,29}$$

$$Z = 0,00314 \times 10^{-3} \text{ N/mm}^2$$

Dimensionamento Parafuso

$$F = 9810 \text{ N}$$

8 parafusos

carga por parafuso

sem taquímetro - $f_s = 1,2$

sem lubrificação - $c = 0,2$

Parafuso de aço T_e (tensão de escoamento) = 314 N/mm^2

Montagem sem aperte inicial

a) Diâmetro Parafuso

$$F_{ext} = 1635 \cdot 1,2 = 1962 \text{ N}$$

$$F_e = \frac{T_e}{155} \cdot A_f^{3/2} \quad (11)$$

$$A_f = \sqrt[3]{\left(\frac{155 \cdot 1962}{314}\right)^2} \quad (12)$$

$$A_f = 97,89 \text{ mm}^2$$

$$\text{Parafuso} = 414$$

b) Tensão inicial de aperte

$$\tau_i = \frac{F_i}{A_f} = \frac{285.d}{A_f} \quad (13)$$

$$\tau_i = \frac{285 \cdot 14}{98} = 40,71 \text{ Kgf/mm}^2$$

c) Torque no parafuso

$$T = c.d.fi \quad (15)$$

$$T = 0,2 \cdot 14 \cdot 285,14$$

$$T = 11172 \text{ kgf.mm}$$

A – Toque do Motor

$$T_m = \frac{30.p}{\pi.n} \quad (16)$$

$$T_m = \frac{30 \cdot 745}{\pi \cdot 860} = 8,27 \text{ N.m}$$

B – Torque do eixo movido

$$P^{(HP)} = P_n.F_s \quad (17)$$

$$1 = P_n \cdot 1,7$$

$$P_n = 0,60 \text{ HP}$$

$$P_n = 0,60 \cdot 0,96 \cdot 0,98 = 0,56 \text{ HP}$$

$$\text{Torque} = \frac{7162 \cdot P_n^{(HP)}}{n} \quad (18)$$

$$\text{Torque} = \frac{7162 \cdot 0,56}{286,66} = 1,40 \text{ kgf.m}$$

$$C - D_p = \frac{P}{\text{sen}\left(\frac{180}{15}\right)} \quad (19)$$

$$D_p = \frac{44,45}{\text{sen}\left(\frac{180}{15}\right)} = 213,79 = d_2$$

$$d_2 = 213,79 \cdot 3 = 641,37 \text{ mm}$$

$$D - L \cong \frac{Z_m + Z_n}{2} + \frac{2 \cdot c}{P} + \left(\frac{Z_n - Z_m}{2\pi}\right)^2 \cdot \frac{P}{c} \quad (20)$$

$$L = \frac{15+45}{2} + \frac{2 \cdot 500}{44,45} + \left(\frac{45-15}{2\pi}\right)^2 \cdot \frac{44,45}{500}$$

$$L \cong 30 + 22,49 + 22,79 \cdot 0,00889$$

$$L \cong 54,51 \cong 55 \text{ elos}$$

$$E- V = \frac{n \cdot Z \cdot p}{60000} \quad (21)$$

$$V = \frac{860 \cdot 15 \cdot 0,04445}{60000} = 0,009556 \text{ m/s}$$

F- Tipo c – lubrificação forçada

Dimensionamento do Inversor de frequência.

Inversor de frequência modelo - ATV312HU30N4

Eficiência do drive = P aparente / (P aparente + potencia dissipada pelo drive a plena carga)

Potencia elétrica aparente = (raiz de 3) x V x I

Potencia dissipada = 125W

Motor trifásico

Tensão 380v

Corrente Nominal 7,1A

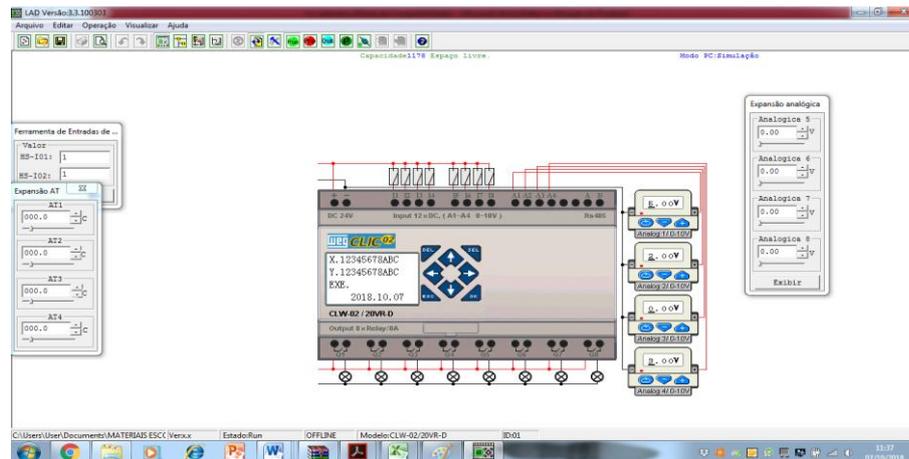
Potencia Aparente = $\sqrt{3} \times 380 \times 7,1 = 4673,07 \text{ W}$

Eficiência do drive = $4673,07 / (4673,07 + 125) = 0,9739$ ou 97,39%

6.1 Programa Ladder do Projeto

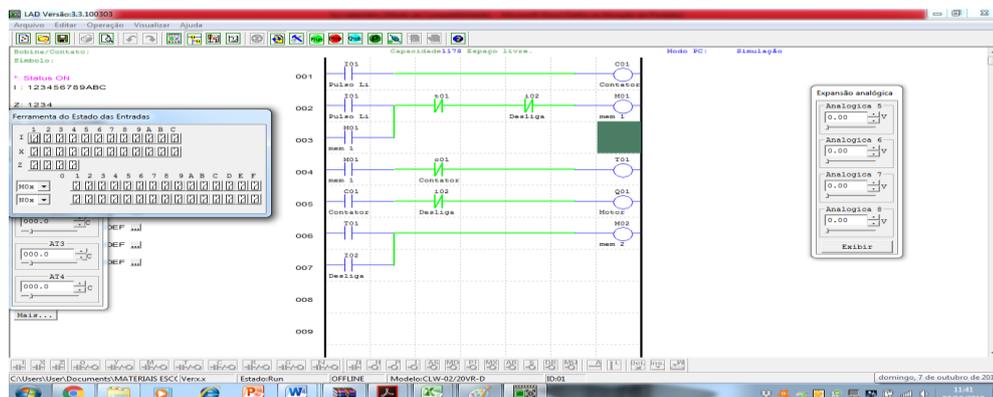
Esquema de programação Figura 16 e 17 desenvolvido para funcionamento do projeto.

Figura 16 - Ladder



Fonte: O autor,2018.

Figura 17 - Diagrama Ladder do Projeto



Fonte: O autor,2018.

7. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Como resultado do projeto, foi feito a comparação do tempo de resposta do ciclo, desde a entrada dos vasilhames de pressão no transportador aéreo até o produto acabado. Observamos que após a instalação do equipamento teve aumento de produtividade, ganho de tempo e eficiência na qualidade e segurança ao colaborador. O CLP demonstrou a praticidade do sistema, onde o tempo economizado com a execução por meio de mão de obra. O tempo da linha de produção foi analisado pela gerencia da planta e foi constatado que o uso do CLP, é ganho de efetividade. Este projeto trouxe para a empresa uma discussão previa, por sempre trabalhar com seus valores: Transparência, Coragem, Humildade e Confiança.

8. CONCLUSÃO

A evolução da automação industrial tem surpreendido até os mais cépticos críticos deste ramo científico desde o início de seu aparecimento. A cada ano novas técnicas são acrescentadas pela comunidade de técnicos envolvidos nesta atividade, bem como dezenas de novos produtos são lançados no mercado pelas empresas do ramo fazendo com que a diversidade de equipamentos provoque a redução dos preços de forma que se tornem cada vez mais competitivos e atinjam setores que antes ficariam à margem desta evolução tecnológica.

Desta maneira, a automação não decorre de uma simples tendência tecnológica ou de mercado, mas sim do empenho das indústrias atuais em aumentar a produtividade, atender melhor seus clientes, possuir total controle sobre as informações do processo e da empresa e, conseqüentemente, obter resultados financeiros mais expressivos que os dos concorrentes.

REFERÊNCIAS

AFFONSO, Cleber Horácio. Instrumentação para controle de processos. Campinas, entre 2001 e 2003.

ALBUQUERQUE, P. U. B., THOMAZINI, D. Sensores Industriais: fundamentos e aplicações. 1ª Ed. São Paulo: Editora Érica, 2015

ATTADIA, L.; MARTINS, R. A. A medição de desempenho como base para a evolução da MC: um estudo teórico. Produção, v. 13, n. 2, p. 33-41, 2013.

BRUCIAPAGLIA, A. H.; FARINES, J.-M.; CURY, J. E. R. A automação no processo produtivo: desafios e perspectivas. Departamento de Automação e Sistemas, Universidade Federal de Santa Catarina, Santa Catarina, 1999.

DRAPINSKI, J. Manutenção mecânica básica: manual prático de oficina. São Paulo: Editora McGraw-Hill, 2014.

FONSECA, J. J. S. Metodologia da pesquisa científica. Fortaleza: UEC, 2002. Apostila.

Gates Brasil Catalogo de correias industriais. 2015. Disponível em: https://www.gatesbrasil.com.br/upload/catalogos/catalogo_correias_industriais_2015_web.pdf. Acesso em: 18 set. 2018

GIL, A. C. Como elaborar projetos de pesquisa. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2007.

GOLDENBERG, M. A arte de pesquisar. Rio de Janeiro: Record, 1997.

NATALE, Ferdinando. Automação industrial. São Paulo: Érica, 2000.

RTE ROLAMENTOS. 2018. Disponível em: <https://www.rterolamentos.com.br/catalogos> Acesso em 10 Ago 2018.

SANTOS, V. A. Manual prático da manutenção industrial. São Paulo: Editor Ícone, 2017.

SOLUCOES INDUSTRIAIS.<<https://www.solucoesindustriais.com.br/>>. Acesso em 18 Jul.2018.

SULDISTRIBUIDORA. Fonte de alimentação industrial, 2018, Disponível em:
<<http://www.suldistribuidora.com.br/fonte-alimentacao-industrial>>. Acesso em 01 Out.2018.

PAZOS, Fernando. Automação de sistemas & robótica. Rio de Janeiro: Axcel Books, 2002.

SILVEIRA, Paulo R.; SANTOS, Winderson E. Automação e controle discreto. 2. ed. São Paulo: Érica, 1998.

WEG. Produtos e Serviços – Electric Motors; disponível em:
<<http://www.weg.net/pt/Produtos-e-Servicos/Electric-Motors>>. Acesso em 7 Out 2018.