

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
CURSO DE TECNOLOGIA EM MANUTENÇÃO INDUSTRIAL**

**GABRIEL ANTONIO BETANIN
SESAR FELIPE DA SILVA DE TONI**

**LUBRIFICADOR AUTOMÁTICO DE CARRETILHAS CONTROLADO
POR CONTROLADOR LÓGICO PROGRAMÁVEL**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

**MEDIANEIRA
2017**

**GABRIEL ANTONIO BETANIN
SESAR FELIPE DA SILVA DE TONI**

**LUBRIFICADOR AUTOMÁTICO DE CARRETLHAS CONTROLADO
POR CONTROLADOR LÓGICO PROGRAMÁVEL**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) do Curso de Manutenção Industrial, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná como requisito parcial para obtenção do título de Tecnólogo em Manutenção Industrial.

Orientador: Prof. Me.Ivair Marchetti

**MEDIANEIRA
2017**



TERMO DE APROVAÇÃO

**LUBRIFICADOR AUTOMÁTICO DE CARRETILHAS CONTROLADO
POR CONTROLADOR LÓGICO PROGRAMÁVEL**

Por:

GABRIEL ANTONIO BETANIN
SESAR FELIPE DA SILVA DE TONI

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi apresentado às 20h00min do dia 08 de novembro de 2017, 51pg, como requisito parcial para a obtenção do título de Tecnólogo no Curso Superior de Tecnologia em Manutenção Industrial, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Câmpus Medianeira. Os acadêmicos foram arguidos pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho aprovado.

Prof. Me. Ivair Marchetti – Orientador
UTFPR – Câmpus Medianeira

Prof. Me. Edilar Bento Antonioli – Convidado
UTFPR – Câmpus Medianeira

Prof. Edilio Moacir Antonioli – Convidado
UTFPR – Câmpus Medianeira

AGRADECIMENTOS

Gostaríamos de agradecer primeiramente a DEUS por nos mostrar que caminhando com perseverança alcançamos nossos objetivos.

Aos nossos pais, Clovis A. Betanin, Marilei L. Betanin e Maria Aparecida da Silva, pelo amor e incentivo, pois sempre estiveram nos apoiando, mesmo com nossas ausências.

Aos nossos colegas de trabalho e amigos que participaram direta ou indiretamente para que esse trabalho fosse concluído.

Ao nosso orientador Ivair Marchetti que nos deu todo o suporte necessário com suas orientações, nos proporcionando um olhar mais abrangente, realizando suas correções e sanando nossas dúvidas para melhor desenvolver este trabalho.

A toda Universidade e aos professores do Curso de Tecnologia em Manutenção Industrial que nos ajudaram em nosso crescimento pessoal e profissional.

Deixamos a todos o nosso MUITO OBRIGADO.

RESUMO

Betanin, Gabriel Antonio; Toni, Sesar Felipe da Silva de. Lubrificador automático de carretilhas controlado por controlador lógico programável. 2017. Trabalho de Conclusão de Curso (Tecnologia em Manutenção Industrial) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Medianeira, 2017.

Este trabalho apresenta a montagem mecânica, elétrica e a automação de um sistema de lubrificação automático para carretilhas. As carretilhas passam pelo transporte aéreo mecanizado (TAM) e estas precisam ser lubrificadas da melhor forma possível, sendo viável a automatização deste processo, evitando danos nas máquinas e acidentes de trabalho. Para tanto foi produzido um tanque para armazenagem do lubrificante, uma bomba hidráulica para pressurizar o lubrificante até o seu ponto de lubrificação, tubulação e bicos aspersores adequados para a efetivação do trabalho, montagem do painel elétrico para comandar a automação e a criação da lógica programável para monitorar e controlar todo o processo. Este estudo tem como resultados a lubrificação uniforme do ponto de lubrificação, havendo diminuição nas falhas e da intervenção humana, minimizando os gastos, melhorando as condições de trabalho e oferecendo mais segurança para os trabalhadores.

Palavras-chave: Lubrificação. Automação. TAM.

ABSTRACT

Betanin, Gabriel Antonio; Toni, Sesar Felipe da Silva de. Reel automatic lubricator controlled by programmable logic controller. 2017. Work of Course (Technology Industrial Maintenance) - Federal Technological University of Paraná. Medianeira, 2017.

This work presents the mechanical, electrical assembly and automation of an automatic lubrication system for reels. The trolleys pass through mechanized air transport (MAT) and these need to be lubricated in the best possible way, being feasible the automation of this process, avoiding damages to the machines and accidents at work. In order to do so, a tank was created to store the lubricant, a hydraulic pump to pressurize the lubricant to its lubrication point, piping and nozzles suitable to carry out the work, assembly of the electrical panel to command automation and the creation of logic programmable to monitor and control the entire process. This study results in uniform lubrication of the lubrication points, with a reduction in failures and human intervention, minimizing expenses, improving working conditions and offering greater safety for workers.

Keywords: Lubrication. Automation. MAT.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 – SPRAY UTILIZADO PARA ANÁLISE DE FALHAS NA SOLDA	30
FIGURA 2 – TANQUE DE ARMAZENAMENTO EM AÇO INOXIDÁVEL.....	31
FIGURA 3 – CONJUNTO MOTOR, BOMBA E VÁLVULA REGULADORA DE PRESSÃO.....	32
FIGURA 4 – SENSOR INDUTIVO E PORCA SOLDADA NA HASTE.....	33
FIGURA 5 – MONTAGEM DO BICO ASPERSOR.....	34
FIGURA 6 – VÁLVULA DE RETENÇÃO.....	34
FIGURA 7 – VÁLVULA REGULADORA DE PRESSÃO DO AR COMPRIMIDO.....	34
FIGURA 8 – LOCAL DE INSTALAÇÃO DO SENSOR INDUTIVO	35
FIGURA 9 – DETALHE DO LOCAL DE INSTALAÇÃO DA RESISTÊNCIA.....	36
FIGURA 10 – REPRESENTAÇÃO DO PAINEL NA PARTE FRONTAL	37
FIGURA 11 – DISTRIBUIÇÃO INTERNA DOS COMPONENTES.....	37
FIGURA 12 – QUADRO DE CONTROLADOR NOVUS 480.....	38
FIGURA 13 – MODELO DE CARRETILHA.....	39

LISTA DE SIGLAS E ABREVIações

TAM	Transporte aéreo mecanizado
CLP	Controlador lógico programado
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
Fe	Ferro
C	Carbono
Cr	Cromo
C	Celsius (graus)
vcc	Tensão corrente contínua
mm	milímetros
TIG	Tungtênio Inerte Gás
KW	Quilowatts
CV	Cavalo vapor
IN	Corrente nominal
A	Ampere

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	9
2 OBJETIVOS	11
2.1 OBJETIVO GERAL	11
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	11
3 JUSTIFICATIVA	12
4 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	13
4.1 TIPOS DE MANUTENÇÃO	13
4.2 AUTOMAÇÃO	15
4.3 BOMBA HIDRÁULICA.....	15
4.4 TANQUES DE ARMAZENAMENTO	16
4.5 PAINEL ELÉTRICO.....	17
4.6 CONTROLADOR LÓGICO PROGRAMÁVEL – CLP	17
4.7 VÁLVULA PNEUMÁTICA SOLENOIDE	18
4.8 VÁLVULA REGULADORA DE FLUXO	19
4.9 VÁLVULA REGULADORA DE PRESSÃO PNEUMÁTICA.....	19
4.10 LUBRIFICANTE	19
4.11 PONTO DE LUBRIFICAÇÃO	20
4.12 DISJUNTORES	20
4.13 RELÉ	21
4.14 SENSOR INDUTIVO	21
4.15 SENSOR DE TEMPERATURA	22
4.16 BICOS ASPERSORES.....	22
4.17 FILTRO.....	23
4.18 ENSAIOS NÃO DESTRUTIVOS – LÍQUIDOS PENETRANTES.....	23
4.19 MOTORES ELÉTRICOS	24
4.19.1 Motores de corrente contínua	24
4.19.2 Motores de corrente alternada	24
4.12.2.1 Motores elétricos de indução trifásico	24
4.20 CONTATOR	25
5 DESCRIÇÃO DO FUNCIONAMENTO DO SISTEMA DE LUBRIFICAÇÃO	
ANTIGO	26
6 MATERIAIS E MÉTODO	28
6.1 METODOLOGIA.....	28
6.2 PROPOSTA DE UM SISTEMA DE LUBRIFICAÇÃO AUTOMATIZADO.....	29
6.3 APLICAÇÃO DE UM SISTEMA DE LUBRIFICAÇÃO AUTOMÁTICA	29
6.3.1 Tanque de armazenamento	29
6.3.2 Motor e bomba	31
6.3.3 Válvula de alívio de pressão	35
6.3.4 Sensor indutivo	35
6.3.5 Resistência	36
6.3.6 Painel elétrico	36
6.3.7 Transporte aéreo mecanizado (TAM)	38
6.3.8 Funcionamento do lubrificador automático	39
7 RESULTADOS E CONCLUSÃO	41
8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	42
9 APÊNDICES	46

1 INTRODUÇÃO

Desde o primórdio o ser humano busca constante evolução tanto dos utensílios que utilizam no cotidiano, como também nas máquinas e ferramentas, contudo as tecnologias têm se tornando cada vez mais presente na área da Manutenção Industrial.

Segundo Almeida (2015) devido a isso houve a necessidade de ampliar os métodos de manutenção, os tornando mais eficazes tanto para consertar os equipamentos como para prevenir que aconteçam quebras inesperadas.

A manutenção além de trabalhar com as máquinas e equipamentos que estejam em trabalho atua na elaboração do projeto, pois assim saberá a disposição correta das peças, seguindo os critérios de acessibilidade dos conjuntos e o dimensionamento das peças e dos componentes, colaborando nas futuras manutenções.

Outro fator que tem se intensificado na área da Manutenção Industrial é a automação, esta teve seus primeiros resultados no campo industrial nos anos de 1960. Esse método traz grandes vantagens como: economia energética e de material; acelera a modificação na produção; reduz o tempo de labor e o custo de produção; e aperfeiçoa o ambiente de trabalho. (PRUDENTE, 2015).

Em indústrias de alimentos tem-se a necessidade de transportar os mantimentos entre os setores. O método mais utilizado para desenvolver este trabalho é o sistema TAM (transporte aéreo mecanizado), a qual funciona através de uma corrente aérea que é tracionada por motorreductores hidráulicos ou elétricos.

As carretilhas que passam pelo TAM precisam ser lubrificadas corretamente, pois, segundo Almeida (2014) a utilização insuficiente ou excessivamente de lubrificantes pode propiciar danos nas máquinas podendo causar graves acidentes de trabalho.

Durante a rotina diária de manutenção em uma empresa de alimentos da região foi observado que o sistema de lubrificação utilizado era arcaico, pois a pulverização que borrifa os lubrificantes sobre as carretilhas era realizada manualmente, sendo ineficiente em alguns pontos devido a possível falha humana.

Portanto, após esta constatação foi proposto e aplicado uma forma de automatizar o processo de lubrificação, criando um sistema que substituiu o operador tanto na lubrificação como na reposição da carretilha na linha de produção.

O novo sistema lubrifica as carretilhas uma a uma evitando possíveis falhas, sem ter a necessidade de removê-las para realizar o procedimento.

Este trabalho inicia com a exposição dos objetivos gerais e específicos e da justificativa, posteriormente descreve os materiais e métodos utilizados embasando-os teoricamente, apresenta como era o processo de lubrificação e os passos para automatizar o sistema já existente, por fim visa apresentar as vantagens deste novo método.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Montar um sistema de lubrificação automático para as carretilhas que são responsáveis pelo transporte da matéria prima, contendo as partes: mecânica, elétrica e a automação.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Fabricar um tanque onde será armazenado o lubrificante;
- Acoplar uma bomba hidráulica junto a um motor de indução que irá pressurizar o lubrificante do tanque até o ponto de lubrificação;
- Montar uma tubulação com o diâmetro necessário para conduzir o lubrificante com vazão e pressão adequadas;
- Instalar um bico aspersor em forma de leque, para que a quantidade de lubrificante promova uma lubrificação eficaz;
- Montar o painel elétrico que irá regir o comando e a automação;
- Criar um programa em um controlador lógico programado (CLP) para monitorar e controlar todo o processo que o sistema de dosagem irá realizar;
- Analisar e verificar o perfeito funcionamento de todo o sistema, para garantir que o mesmo realize a lubrificação uniforme em todos os pontos, garantindo uma menor quebra por falta de lubrificação.

3 JUSTIFICATIVA

Dentro do setor produtivo de uma indústria o perfeito funcionamento de todos os equipamentos e maquinários é de extrema importância para que o processo de fabricação não sofra paradas inesperadas, devido a falhas causadas por falta de manutenção ou por manutenção ineficiente. A lubrificação adequada, no tempo certo e na quantidade certa, faz com que as falhas diminuam a um valor mínimo, proporcionando mais tempo de vida útil aos elementos de máquinas que estão sendo lubrificados.

A proposta de realizar a lubrificação das carretilhas através de um sistema automatizado tem como objetivo a uniformidade da lubrificação e também diminuir o contato do homem com as carretilhas, com isso reduzindo acidentes de trabalho e se obtendo uma melhor higienização das carretinhas ao entrar na linha de produção todas uniformemente lubrificadas.

4 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

4.1 TIPOS DE MANUTENÇÃO

A Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) definiu em 1975 a manutenção “como um conjunto de todas as ações necessárias para que um item seja conservado ou restaurado de modo a poder permanecer de acordo com uma condição especificada.” Em 1994 houve uma revisão, passando a ser indicada como manutenção de todas as ações técnicas e administrativas para que se desempenhe a função demandada. (NUNES, 2015, p. 28).

A manutenção é compreendida por Almeida (2014, p. 15) como a junção dos cuidados e procedimentos técnicos para manter as máquinas funcionando, bem como para repará-las. “A palavra, derivada do latim *manus tenere*, que significa “manter o que se tem””, visa o melhor desempenho do equipamento e do sistema produtivo.

A área da manutenção passou por várias transformações envolvendo a evolução tecnológica dos equipamentos, processos e técnicas de manutenção, controle efetivo das ferramentas de apoio à decisão, estudos sobre o desgaste, controle de falhas e suas consequências, a necessidade de ter equipes treinadas e motivadas, desenvolvimento de metodologias e de ferramenta de engenharia de manutenção e por fim a análise dos custos de manutenção. No entanto, como aponta Nunes (2015) além de buscar a preservação dos equipamentos, a manutenção considera os custos envolvidos.

Neste âmbito se encontram distintas formas de manutenção: corretiva, preventiva, preditiva, detectiva e engenharia de manutenção.

A manutenção corretiva tem a atuação voltada para a correção da falha ou do desempenho abaixo do almejado de um equipamento, corrigindo ou restaurando o mesmo. Esta manutenção é dividida em corretiva não planejada em que a correção da falha ocorre aleatoriamente; e a corretiva não programada também denominada de emergencial em que a manutenção é realizada quando a falha já ocorreu, esta demanda altos custos tanto pelo valor da manutenção como pela possibilidade de haver perdas na produção e na qualidade do produto. (KARDEC; NASCIF, 2009).

“Manutenção preventiva é a manutenção planejada e controlada, realizada em datas predeterminadas, de modo a manter a máquina ou o equipamento em corretas condições de funcionamento e conservação, evitando paradas imprevistas.” (ALMEIDA, 2014, p. 17). Segundo Kardec e Nascif (2009) ela obedece a um plano previamente elaborado e é muito utilizada quando demanda a segurança.

Almeida (2014) cita as vantagens de utilizar a manutenção preventiva que são: equilibrar a utilização de recursos humanos; eliminar tempo de espera para compras de peças; confiabilidade de prazos no sistema de produção; satisfação do cliente; e gestão ambiental.

O autor supracitado expõe sobre a teoria da lubrificação, e apresenta que o papel do mecânico de manutenção é evidenciar quando ocorrem falhas no sistema de lubrificação, sendo encontradas peças com danos ocorridos pelo superaquecimento causado pelo atrito entre as peças mal lubrificadas.

Nesta manutenção ocorre a lubrificação, sendo importante haver o plano de lubrificação a fim de registrar e controlar todas as máquinas que necessitam ser lubrificadas. Este documento colabora no controle e planejamento das máquinas e equipamentos que devem ser lubrificados periodicamente. (ALMEIDA, 2014).

A manutenção preditiva é definida pela “atuação realizada com base na modificação de parâmetro de condição ou desempenho, cujo acompanhamento obedece a uma sistemática.” (KARDEC; NASCIF, 2009, p. 44). Almeida (2014) menciona que nesta manutenção é essencial a observação dos mecânicos, pois, precisam estar atentos quando alguma peça começa a desgastar ou quando precisa regular algo, sendo importantes as inspeções periódicas nos fenômenos da temperatura, vibração, ruídos excessivos, entre outros, esta por sua vez é constatado por meio de observação com instrumentos específicos. Com isso há possibilidade de acompanhar as reais condições do equipamento e a evolução do defeito, indicando assim o tempo de vida útil dos componentes.

Em contraponto a manutenção detectiva “é a atuação efetuada em sistemas de proteção, comando e controle, buscando detectar falhas ocultas ou não perceptíveis ao pessoal de operação e manutenção.” Esta garante a confiabilidade por identificar as falhas ocultas. (KARDEC; NASCIF, 2009, p. 47).

Com a evolução e melhoria nos resultados, a Engenharia de manutenção mencionada pelos autores supracitados significa aplicar técnicas modernas e está ligada ao suporte técnico que visa consolidar a rotina e implantar a melhoria.

Neste trabalho se aplica a manutenção preventiva, utilizando a lubrificação para evitar desgastes nas carretilhas e a manutenção corretiva é realizada quando ocorre alguma falha inesperada.

4.2 AUTOMAÇÃO

Os seres humanos estão buscando constante evolução, criando novas coisas principalmente conforme surgia a necessidade, construía ferramentas manualmente e com o tempo buscaram aperfeiçoar suas técnicas as tornando mais complexas para colaborar na fabricação de produtos. Posterior a Revolução Industrial e a vasta utilização de energia, mecanismos elétricos para a fabricação de produtos passou a ser utilizado em larga escala, tornando-se comum. (LAMB, 2015). “Um controle automático é aquele em que o próprio dispositivo é capaz de perceber mudanças que afetam o sistema, decidir sobre a necessidade de realizar alguma ação corretiva e atuar sobre o sistema, sem intervenção humana.” E a automação é o processo de instalar controles automáticos em algum equipamento, máquina ou processo. (CAMARGO, 2014, p. 15).

A automação é definida como a utilização de “comandos lógicos programáveis e de equipamentos mecanizados para substituir as atividades manuais que envolvem tomadas de decisão e comandos-resposta de seres humanos.” (LAMB, 2015, p. 2).

Para esse projeto se mostra de grande significância a utilização da automação, onde o sistema colaborará com a diminuição de falhas, pois a máquina torna este trabalho mais preciso, demandando menos mão-de-obra humana e agilizando o processo como um todo.

4.3 BOMBA HIDRÁULICA

As bombas hidráulicas são utilizadas com o propósito de transportar uma substância líquida de um local para outro. Segundo Gomes (2010), a bomba é o dispositivo mais antigo que estabelece a transmissão de energia de fluido.

“São máquinas geratrizes cujo objetivo é realizar o deslocamento de um líquido por escoamento, transformando a energia mecânica transferida pelo motor em energia cinética ou de pressão no fluido de trabalho.” (RAMOS, 2015, p. 10).

Elas possuem distintas classificações, variando de acordo com sua aplicação, ou pela maneira que a energia é cedida ao fluente. Para o desenvolvimento deste projeto se utilizou a bomba hidráulica de engrenagem que segundo a Eletrobrás (2009) é uma das mais simples, composta por duas rodas dentadas que trabalham dentro de uma caixa com pequenos intervalos em volta e nas laterais das rodas.

A bomba foi selecionada de acordo com o fluxo de óleo e o desnível do reservatório até o ponto de lubrificação; a escolha do melhor diâmetro da tubulação; uma tubulação para o retorno de óleo. Devido a alta pressão da bomba hidráulica não é possível um exato controle do fluxo de óleo utilizando assim a tubulação de retorno para que não seja desperdiçado o lubrificante retornando para o reservatório.

4.4 TANQUES DE ARMAZENAMENTO

As indústrias necessitam de tanques de armazenamento para que possam conservar grandes volumes de fluídos, segundo Lourenço e Moura (2009) os tanques metálicos, aéreos, construídos acima do solo são os mais utilizados em parques de tanques, com bacias de retenção de derrames.

Porém a construção de um tanque precisa ser bem projetada, tendo o material correto, aplicação de revestimento e instalação de sistema de proteção apropriada.

O reservatório foi dimensionado conforme a quantidade de lubrificante utilizado semanalmente e possui um controle de nível que irá desabilitar e avisar o sistema caso o nível esteja abaixo do recomendado. O material utilizado para a fabricação do reservatório foi o aço inoxidável devido ao grande nível de humidade do ambiente fabril. Segundo Carbó (p.7, 2008) “os aços inoxidáveis são ligas de ferro (Fe), carbono (C) e cromo (Cr) com um mínimo de 10,50% de Cr.” Devido a isso, este material possui maior resistência para fluídos corrosivos, tendo mais durabilidade.

O tanque de armazenamento comporta duzentos e vinte e nove litros de lubrificante, porém ele é abastecido com duzentos litros para não haver risco de transbordar, esta quantia tem durabilidade de uma semana. Pensando no reaproveitamento, o lubrificante utilizado é a banha de porco que com o auxílio de um regulador de temperatura instalado no tanque a mantém no estado líquido, com

uma temperatura de 48°C. Outro setor fica responsável para reabastecer o tanque semanalmente.

O reservatório também acomoda uma válvula de esgotamento que tem como função esgotar o tanque para higienização e manutenção.

4.5 PAINEL ELÉTRICO

Há duas formas distintas para realizar a instalação de um painel elétrico, *indoor* (abrigada), ou *outdoor* (não abrigada). Bordignon (2014) relata que nas instalações industriais, predomina a instalação abrigada, localizadas em salas de painéis, sendo assim protegida dos malefícios que possui no ambiente industrial. O painel elétrico tem como finalidade proteger o operador e proporcionar uma lógica de comando. (SILVA, 2006).

A máquina desenvolvida possui um painel elétrico, no qual possui em seu interior um controlador lógico programável que controlará todo o processo, ainda no interior estão os disjuntores que servem para proteger o circuito de comando e força, relés, bornes e uma fonte 24 vcc.

Na parte externa do painel elétrico tem uma chave seccionadora de acordo com a norma nr 12, botão de emergência, botão de liga e desliga, uma lâmpada indicativa para painel energizado e uma lâmpada para comando ligado.

4.6 CONTROLADOR LÓGICO PROGRAMÁVEL - CLP

Na automação industrial se utiliza diversos equipamentos, dentre eles está o CLP (controlador lógico programável). Em 1968 a indústria automobilística sentiu a necessidade de diminuir custos, desenvolveu o CLP que após notar seu sucesso se tornou o principal dispositivo de controle industrial da época atual. (ALVES, 2017).

Segundo a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), o CLP é um “equipamento eletrônico digital com *hardware* e *software* compatíveis com aplicações industriais”. (PAREDE, 2011).

O controlador lógico programável tem a finalidade de controlar uma vasta quantidade de variáveis, podendo suceder o homem, e realizar o trabalho com maior precisão, confiabilidade, eficaz e rapidez. (NATALE, 2006).

Parede (2011) traz outras vantagens da utilização deste equipamento, tais como: aumento da produtividade; melhoria do espaço nas fábricas e da qualidade do produto; aumento do tempo médio entre as falhas; diminuição de tempo de máquina parada; maior segurança para os funcionários; diminuição do curso de energia e de sobras; facilidade na manutenção; flexibilidade; e conexão com outros controladores lógicos programáveis por meio de rede de comunicação.

O *software* de programação chamado de LOGO *Soft Comfort* permite a geração de programas, configurar, testar, condicionar e visualizar os processos a serem programados e automatizados. Também é possível simular todo o programa do CLP no próprio computador. (SIMENS, 2005).

Utiliza-se neste projeto o controlador lógico programável Siemens LOGO OBA06, que possui instalação simples, requer pouca fiação, perfeitamente adequado para projetos de automação de pequena escala.

4.7 VÁLVULA PNEUMÁTICA SOLENOIDE

As válvulas são muito utilizadas em indústrias, sendo adotadas em tubulações, entradas e saídas de vasos e tanques, servindo-se de funções de liga-desliga; controle proporcional; prevenção de vazão reversa; controle e alívio de pressão; controle de vazão direcional; serviço de amostragem; limitação de vazão; e selagem de saída de vasos. (RIBEIRO, 1999).

O autor supracitado estabelece que a válvula de controle possui um controlador automático, podendo ser também através de estação manual, solenoide piloto ou até mesmo manualmente, podendo ser operadas por distintas maneiras, como manual; pneumático ou elétrico.

Para a efetivação deste projeto, foi utilizada a válvula pneumática solenoide. Segundo Negri (2001, p. 1) “a pneumática refere-se a ciência e tecnologia que trata do uso do ar ou gases neutros como meio de transmissão de potência.”

Funcionamento de um solenoide segundo (RIBEIRO, 1999, p. 179):

Solenóide elétrica é uma bobina de fio isolado, energizada eletricamente para produzir um campo magnético no seu interior, que provoca um movimento mecânico em um núcleo ferromagnético, colocado no centro do campo. Quando a bobina está energizada, o núcleo está numa posição, quando desenergizada, o núcleo está em outra posição.

O autor ainda destaca que quando a solenoide estiver aplicada ao corpo de uma válvula, se dá a válvula solenoide. Esta é utilizada para controlar a vazão de fluídos em tubulações, especialmente de forma binário, ou seja, processo que liga e desliga. (RIBEIRO, 1999).

Neste trabalho utiliza-se esta válvula, com o objetivo de acionar a bobina no momento em que a carretilha passar pelo fim de curso, lubrificando-as.

4.8 VÁLVULA REGULADORA DE FLUXO

A válvula reguladora de fluxo possui a função de ajustar a quantidade de fluído que será borrifada na carretilha para que não haja desperdício e nem falte lubrificante.

Para Marins (2009), a válvula de retenção pode fechar completamente a passagem de ar em um determinado sentido, no outro sentido ele passará com a mínima queda possível de pressão. O sistema hidráulico em determinado momento entra em contato com o sistema pneumático, porém suas pressões são distintas, para que não haja retorno de ar no hidráulico e nem de lubrificante no sistema pneumático, a válvula de retenção garantirá um sentido único de fluxo dos dois sistemas.

4.9 VÁLVULA REGULADORA DE PRESSÃO PNEUMÁTICA

A válvula reguladora funciona mantendo a pressão constante no equipamento. Seu funcionamento se dá quando a pressão a ser regulada for inferior a pressão de alimentação da rede. Ela só diminui a pressão nunca a aumenta. (SILVA, 2002).

4.10 LUBRIFICANTE

“O lubrificador tem a função de lubrificar os aparelhos pneumáticos de trabalho e de comando.” (SILVA, 2002, p. 41). Quando o fluxo de ar passa por um local de menor área, a sua velocidade aumenta e a sua pressão diminui, sendo assim o óleo contido no tubo é pulverizado no ar.

No caso das indústrias alimentícias torna-se fundamental os cuidados com a lubrificação, pois, pode afetar os alimentos, os contaminando. Portanto, os lubrificantes de grau alimentício, também denominados de *Food Grades* possuem a “proteção para o controle de atrito, desgaste e corrosão, vedação, estabilidade de oxidação, estabilidade térmica além de não conter substâncias tóxicas, sem odor, coloração e gosto e resistência a degradação” devido a ser utilizado em ambientes com muita umidade e presença de água. (GEBARIN, 2009 apud BELINELLI et al, 2010, p. 6).

O autor ainda descreve três tipos de lubrificantes. Os H1 são utilizados em ambiente onde ocorre o processamento de alimentos e que há possibilidade accidental de haver contato com o alimento. Os H2 são os lubrificantes que não possuem riscos de ter contato com o alimento. Por fim os H3 são conhecidos como óleo solúvel e comestível, utilizados para a limpeza e prevenção de ferrugens nos ganchos, talhas, carretilhas, entre outros equipamentos e que é utilizado neste trabalho.

4.11 PONTO DE LUBRIFICAÇÃO

Almeida (2014, p. 252) define a lubrificação como o “princípio da inserção de um elemento lubrificante intermediário entre as peças cujo atrito se deseja minimizar, formando uma película entre elas”.

O ponto de lubrificação é o local onde será efetivada a lubrificação das carretilhas, para que haja precisão da quantidade de lubrificante e borribe no ponto exato, deverão ser dimensionadas inúmeras partes, tais como: reguladores de fluxo, válvula de retenção, sensor de posicionamento da carretilha, bicos aspersores de óleo, válvula de alívio de pressão e todo o conjunto pneumático como regulador de pressão, válvula piloto por comando de solenoide, e todo o conjunto de mangueiras tanto hidráulico como pneumático.

4.12 DISJUNTORES

Ao se tratar de uma instalação elétrica é imprescindível ter a proteção para as pessoas, equipamentos e para a rede elétrica, por isso o sistema deve estar em

bom funcionamento. Segundo Creder (2016) os disjuntores são utilizados para proteger contra corrente de sobrecarga e também contra corrente de curto-circuito.

“Os disjuntores atuam no sentido de proteger um circuito contra condições anormais ou potencialmente inseguras.” Podem ter elementos térmicos para atuar quando ocorre uma sobrecarga no circuito e/ou magnético no caso de curto-circuito. (BRITTIAN, 2017, p. 33).

O autor ainda cita que o disjuntor é um comutador utilizado para interromper a circulação de correntes com elevações incomuns, sem se auto danificar, interrompe correntes elevadas de centenas ou milhares de amperes.

Neste trabalho a segurança de todos os funcionários, bem como da indústria de forma geral é muito importante, portanto o disjuntor é fundamental para garantir eventuais problemas.

4.13 RELÉ

Nas instalações prediais e industriais são utilizados os dispositivos eletromecânicos ou frequentemente eletromecânico-eletrônicos chamados relés. Eles são constituídos por um circuito magnético, uma bobina e contatos de comutação ou potência. Prudente (2015, p. 65) descreve o funcionamento do relé:

O funcionamento do relé é muito simples: quando a bobina é energizada (passagem da corrente na bobina), o contato K se abre ou se fecha, fazendo passar ou não a corrente no utilizador ou carga. A potência necessária para energizar a bobina é de poucos watts (W), porém a potência que se pode comandar mediante o contato K pode atingir milhares de watts. Esse é um dos motivos pelos quais no circuito de saída do PLC frequentemente se conecta um relé de potência.

O relé compacto Metaltex JZ1RC3 foi escolhido para ser utilizado no desenvolvimento deste trabalho.

4.14 SENSOR INDUTIVO

Os “Sensores servem para informar um circuito eletrônico a respeito de um evento que ocorra exatamente, sobre o qual ele deva atuar, ou a partir do qual ele deva comandar uma determinada ação.” (WENDLING, 2010, p. 3).

O sensor de proximidade indutivo capta materiais metálicos a pequenas distâncias, ela ocorre sem o contato físico, aumentando a vida útil do sensor. (BONACORSO, NOLL, 2013).

Segundo Wendling (2010) eles consistem basicamente em uma bobina em torno de um núcleo, sendo que a bobina se altera com a presença de matérias com características magnéticas, ou seja, possui um oscilador conectado a bobina que comuta sempre quando há uma variação magnética. Como característica eles não precisam de energia mecânica para atuar, possuem alta velocidade de comutação, resistentes a vibrações e contatos mecânicos, atua por aproximação sem contato físico. Portanto, o sensor utilizado neste trabalho é o indutivo, sem conector.

4.15 SENSOR DE TEMPERATURA

Sensores que utilizam elementos transdutores que alterem tais informações em sinais de pequena amplitude ou variações de resistência. Segundo Fonseca (2006) os principais sensores de temperatura são o termopar e o termorresistor.

O termopar é integrado com dois fios de metal distintos em uma das pontas, cuja característica é a produção de tensão proporcional a diferença de temperatura entre os dois pontos de união de ambos metais.

Termorresistores são sensores de temperatura da forma resistiva, que funciona de acordo com a variação da resistência elétrica de um condutor em função da temperatura.

O sensor utilizado no desenvolvimento da automação é o PT 100, um sensor de termorresistência onde seu funcionamento é baseado na alteração da resistência elétrica com a mudança da temperatura, a mesma é formada por um fio de platina de níquel ou cobre, possui alta durabilidade e trabalha em diversos ambientes tanto a seco como a óleo, ideal para o reservatório de lubrificante.

4.16 BICOS ASPERSORES

Os bicos “fragmentam o líquido pela ação da pressão exercida por uma bomba que força o líquido passar por um orifício, adquirindo velocidade e energia no difusor para subdividir-se em pequenas gotas ao sofrer o impacto com o ar.” (TEIXEIRA, 2000, p. 3). Estes dispositivos distribuem uniformemente o líquido na área desejada em forma de jato, na quantidade que escolher para a aplicação.

O bico leque utilizado neste estudo possui a função de borrifar o fluído no ponto exato determinado pelo sensor.

4.17 FILTRO

A função do filtro é eliminar partículas sólidas e líquidas presentes na tubulação com um dreno que pode ser automático ou manual. (SILVA, 2002).

4.18 ENSAIOS NÃO DESTRUTIVOS – LÍQUIDOS PENETRANTES

Ao se tratar de materiais, eles podem apresentar ao longo do tempo falhas que geram perigo ao ser humano, bem como causam perdas econômicas, indisponibilidade de produtos e serviços.

“A ABNT define como falha de um material, equipamento ou instalação, como sendo a incapacidade destes em desempenhar suas funções de acordo com o padrão desejado.” (DONATO, 2011, p. 22).

Na área da manutenção os ensaios não destrutivos são muito utilizados, eles “permitem analisar a peça obtendo informações tanto quantitativas quanto qualitativas sobre a integridade de um componente mecânico, permitindo assim ao profissional encarregado garantir sua substituição antes que tal componente falhe” durante o processo. (GARCIA; SPIM; SANTOS, 2012, p. 280).

Um dos métodos de ensaio não destrutivo é o método por líquidos penetrantes que se baseia na penetração de líquidos em trincas e rachaduras superficiais, sendo aplicado quando se precisa verificar trincas superficiais difíceis de serem observadas a olho nu. O ensaio possui as seguintes fases:

Limpeza e desengraxamento da peça, seguidos de secagem; Aplicação do líquido penetrante, por imersão ou aspersão; Limpeza superficial, com retirada do excesso de líquido penetrante, cuidando-se para que não seja removido o líquido que penetrou nas eventuais trincas; Aplicação de um pó revelador (ou líquido volátil) que absorve o líquido penetrante, revelando o local das trincas e rachaduras; Observação das trincas com o registro das mesmas; Limpeza e secagem final para remoção dos resíduos dos líquidos utilizados no ensaio. (GARCIA; SPIM; SANTOS, 2012, p. 295).

Esse ensaio foi utilizado no tanque de armazenamento para a verificação de falhas ocorridas nas juntas soldadas.

4.19 MOTORES ELÉTRICOS

Os motores elétricos têm como função transformar energia elétrica em energia mecânica e podem ser divididos em dois grupos, que são os motores de corrente contínua e corrente alternada. (FILHO, 2013).

4.19.1 Motores de corrente contínua

São motores acionados por uma fonte de corrente contínua, possuem preço mais elevado em relação aos de corrente alternada. Eles podem funcionar com velocidade ajustada e tem grande controle de flexibilidade e precisão, devido a isso são usados em condições especiais do qual exige esses requisitos, por isso o custo da instalação é alta. (FILHO, 2007).

4.19.2 Motores de corrente alternada

Filho (2007) expõe que estes motores são acionados por uma fonte de corrente alternada, mais utilizados em indústrias que os de corrente contínua. Possui o custo reduzido de compra e manutenção, vida útil prolongada e é simples na sua construção.

4.19.2.1 Motores elétricos de indução trifásicos

Os motores elétricos trifásicos “são aqueles alimentados por um sistema trifásico a três fios, em que as tensões estão defasadas de 120° elétricos.” Eles podem ser tanto de indução como síncrono. (FILHO, 2007, p. 265).

O motor de indução é composto por duas partes: estator e rotor.

O estator é constituído por três elementos: a carcaça é a estrutura do motor, feita de ferro fundido, aço ou alumínio injetado que comporta as partes fixas e móveis do motor; o núcleo de chapas possui chapas magnéticas fixadas ao estator;

e o enrolamento “dimensionados em material condutor isolado, disposto sobre o núcleo e ligados à rede de energia elétrica de alimentação.” (FILHO, 2007, p. 266).

O autor ainda apresenta que o eixo do rotor transmite a potência mecânica gerada pelo motor; o núcleo de chapas magnéticas fixadas no eixo; barras e anéis de curto circuito (motor de gaiola) composto por alumínio injetado sobre pressão; e enrolamentos constituídos de material condutor enrolado no eixo. Outros componentes que compõem os motores elétricos de indução trifásicos são: o ventilador que tem a função de remover o calor acumulado na carcaça; tampa defletora é um componente mecânico instalado na traseira do motor sobre o ventilador; os terminais são conectores que conectam a alimentação do motor; rolamentos é um componente mecânico fixado ao eixo; a tampa feita de metal para o fechamento lateral; caixa de ligação onde permanecem os terminais de ligação do motor.

Os principais tipos de motores de corrente alternada são, o motor síncrono e o de indução. O primeiro funciona com velocidade fixa, utilizado somente para grandes potências (devido ao seu alto custo em tamanhos menores) ou quando se necessita de velocidade invariável. O motor de indução funciona normalmente com velocidade constante, que varia ligeiramente com a carga mecânica aplicada ao eixo. Devido a sua grande simplicidade, robustez e baixo custo é o motor mais utilizado de todos, sendo adequado para quase todos os tipos de máquinas acionadas, encontradas na prática. Atualmente é possível controlarmos a velocidade dos motores de indução com o auxílio de inversores de frequência. (FILHO, 2007).

O motor utilizado no trabalho é o de indução trifásico onde suas características se enquadram para o desenvolvimento do sistema.

4.20 CONTATOR

Segundo Kanashiro e Nery (2014, p. 123) o contator “é uma chave eletromecânica, que tem a função de conduzir e interromper correntes em condições normais do circuito e em condições de sobrecarga prevista”.

Os autores mencionam que há nos contadores, contatos chamados de normalmente aberto e normalmente fechado.

5 DESCRIÇÃO DO FUNCIONAMENTO DO SISTEMA DE LUBRIFICAÇÃO ANTIGO

Por meio de observações realizadas em uma indústria alimentícia, pode-se perceber que o processo de lubrificação das carretilhas era feito manualmente, esse procedimento trazia algumas irregularidades durante a lubrificação das mesmas.

Este sistema pode funcionar de duas maneiras: por meio de uma corrente que possui ganchos soldados em seus elos, os quais suspendem as carcaças e as transportam na linha de produção; ou a corrente possui apenas arrastadores que empurram a estrutura do qual suspende a carcaça sobre um trilho. Essa estrutura é denominada carretilha, e é formada por um gancho (uma estrutura metálica reforçada em forma de 'C') e uma roda que gira sobre o eixo, esse contato gera atrito entre a roda e o eixo o qual precisa de lubrificação para funcionar.

O procedimento de lubrificação manual se iniciava com a retirada das carretilhas do transporte aéreo mecanizado e colocadas em carrinhos móveis onde eram levadas até uma sala específica, uma a uma passavam pela limpeza e após eram lubrificadas com a utilização de um borrifador manual, posteriormente elas eram reencaminhadas para seus setores e reposicionadas nos trilhos por um operador. A indústria precisava adquirir galões de lubrificantes para efetivar este procedimento.

A lubrificação realizada de forma manual possui vastas desvantagens, destacando a danificação da estrutura da carretilha, pois por se tratar de uma indústria de alimentos ela está sujeita a vários ambientes que podem deteriorá-la como o calor intenso no início do processo; excesso de frio nas câmeras de resfriamento e estocagem; e na parte de higienização para posteriormente retornar a linha de produção.

Outro dano que pode ocorrer é no sistema de transporte, pois se a carretilha não estiver lubrificada adequadamente e travar em alguma etapa da linha de produção, o sistema que traz a próxima carretilha poderá enroscar e prejudicar a estrutura.

Também pode ocorrer a contaminação do alimento devido a lubrificação excessiva, pois não há como controlar a quantidade de lubrificante empregado em cada carretilha, podendo escorrer e pingar no alimento, contaminando e gerando prejuízo devido ao tempo que o funcionário desprenderá para fiscalizar.

A falha humana pode ocorrer quando um operador esquecer-se de lubrificar alguma carretilha e não coloca-las na linha novamente, sendo ineficaz a higienização. O transporte das carretilhas é aéreo, podendo também ocasionar acidente de trabalho.

Segundo Almeida (2014) se utilizar os lubrificantes de forma insuficiente ou excessivamente poderá causar avarias nas máquinas e até graves acidentes de trabalho.

Após estas observações e constatações foi levantado junto ao setor responsável a necessidade de criar um sistema automatizado que viabiliza um bom fluxo de produção, melhora a higienização, segurança dos trabalhadores, reduza o tempo e também usa o reaproveitamento da matéria prima.

6 MATERIAIS E MÉTODOS

Nessa seção será descrito quais foram os materiais utilizados para a montagem do sistema automatizado, bem como a metodologia adotada para a confecção do sistema.

6.1 METODOLOGIA

Prodanov e Freitas (2013) expõem que a coleta de dados por meio da observação deve ser realizada com um objetivo preestabelecido, planejada, fazer os registros sistematicamente, sendo fundamental para o levantamento de informações. Os registros são feitos à medida que os fatos ocorrem, ou seja, utilizando a observação na vida real, que colabora, pois “estar no local onde o evento ocorre corresponde à melhor ocasião para registro. Isso reduz as tendências seletivas e a deturpação na reevocação.” (PRODANOV; FREITAS, p. 105, 2013).

A partir das observações realizadas delimitou-se o tema deste trabalho, “Lubrificador automático de carretilhas controlado por controlador lógico programável”, posteriormente houve o levantamento do material bibliográfico que embasou teoricamente a montagem do equipamento proposto.

A Pesquisa tecnológica ou desenvolvimento experimental é uma pesquisa aplicada, e tem o objetivo de produzir novos materiais, a partir de conhecimentos prévios, pesquisas e/ou experiências práticas. (SOUZA et al, 2013).

Segundo Prodanov e Freitas (2013) a revisão de literatura se refere a ética acadêmica, dando crédito a criação de outros autores e salientando conceitos importantes para o desenvolvimento do trabalho. Para Gil (2008) a pesquisa bibliográfica é constituída pela pesquisa em materiais já elaborados, ou seja, utilizam-se livros e artigos científicos.

Na pesquisa experimental, proposta neste trabalho, o pesquisador é um agente ativo e “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.” (GIL, p. 47, 2002). A análise dos dados ocorreu de forma qualitativa possibilitando ideias gerais e significativas para o desenvolvimento do projeto.

6.2 PROPOSTA DE UM SISTEMA DE LUBRIFICAÇÃO AUTOMATIZADO

Visando melhorar a eficiência no processo de lubrificação, este novo método – lubrificação automatizada – detecta a carretilha automaticamente através de um sensor indutivo que acusa a passagem de cada carretilha, efetuando a lubrificação de cada uma através do bico injetor, sendo monitorada e executada por meio de um CLP. A ideia do lubrificador automático consiste em um reservatório para o armazenamento de óleo, uma válvula solenoide para o controle de lubrificação evitando o desperdício do lubrificante, utilização de sensores para que a lubrificação seja realizada no momento exato, bomba hidráulica para que o lubrificante seja transportado até o ponto de borrifação, um sistema auxiliar de ar comprimido irá possibilitar a dispersão do óleo de forma homogenia sobre a carretilha.

O sistema proposto foi dividido, dimensionado e construído em quatro partes, sendo elas: reservatório de óleo; bombeamento do óleo até o ponto de lubrificação; ponto de lubrificação; e o painel elétrico, sistema de controle e monitoramento.

6.3 A APLICAÇÃO DE UM SISTEMA DE LUBRIFICAÇÃO AUTOMÁTICA

Diante da necessidade de incorporar um sistema automático, deu-se início ao processo de confecção das partes citadas.

6.3.1 Tanque de armazenamento

O tanque de armazenamento foi a primeira parte a ser construída, utilizando uma chapa de aço inoxidável cortada na medida de (2100mm X 650mm), sendo a mesma calandrada e se obtendo um diâmetro final de 668,7mm. Para a união das juntas foi utilizado a soldagem pelo processo TIG (Tungstênio Inerte Gás). Após o processo de soldagem foi realizado o ensaio não destrutivo pelo método de líquido penetrante para constatar se havia algum vazamento. Nesse ensaio foi realizada a aplicação do líquido penetrante através de spray e após alguns minutos foi retirado o excesso de material com o auxílio de um pano umedecido, para detectar se havia descontinuidade.

Foi aplicado o revelador em forma de spray e aguardado por alguns minutos conforme especificado pelo fabricante, nenhuma descontinuidade foi encontrada, garantido que não haverá vazamentos no tanque. Na figura 1 apresentam-se os líquidos utilizados para o teste de líquidos penetrantes.



Figura 1: Spray utilizado para análise de falhas na solda.

Um decantador de óleo foi adaptado ao tanque para reaproveitar o líquido que escorre no momento da borrifação da carretilha. Há uma tubulação instalada abaixo do TAM, este transporta o excesso da banha até o decantador. Devido ao sistema pneumático conter água juntamente com a banha, os líquidos descem pela tubulação e vão para o decantador, que através da gravidade as separam. Na figura 2 se tem o tanque montado com os equipamentos dispostos no mesmo.

Há duas válvulas de escoamento que são abertas para efetuar a limpeza do decantador e do tanque. A limpeza do decantador acontece sempre que o mesmo estiver cheio de líquido e a do tanque quando estiver baixo nível de banha que é indicado pelo sensor de nível instalado em sua base.

A limpeza é feita por um funcionário próprio para esta função, que faz a higienização com água quente.



Figura 2: Tanque de armazenamento em aço inoxidável.

Descrição da figura 2:

1 – Decantador de óleo

2 – Tanque de armazenamento

3 – Resistência

4 – Válvula de escoamento

6.3.2 Motor e bomba

Na parte superior do tanque acoplou-se o motor de indução Weg Plus trifásico de 2,2KW - 3CV IN= 4,79A e a bomba, ambos reutilizados da empresa, foram instalados em um local de forma que facilitasse a locomoção do lubrificante até o ponto de lubrificação.

A fixação do mesmo se deu em uma base retangular de aço inoxidável e fixado através de parafusos sextavados de aço inoxidável. Para a instalação da bomba ao motor foi utilizado um acoplamento e feito o alinhamento para se evitar a vibração do conjunto. A válvula reguladora de pressão também foi fixada a estrutura por meio de parafusos.

Na figura 3 se tem a visão do motor com a adaptação da bomba e a válvula reguladora de pressão, esse conjunto está alojado sobre o tanque.

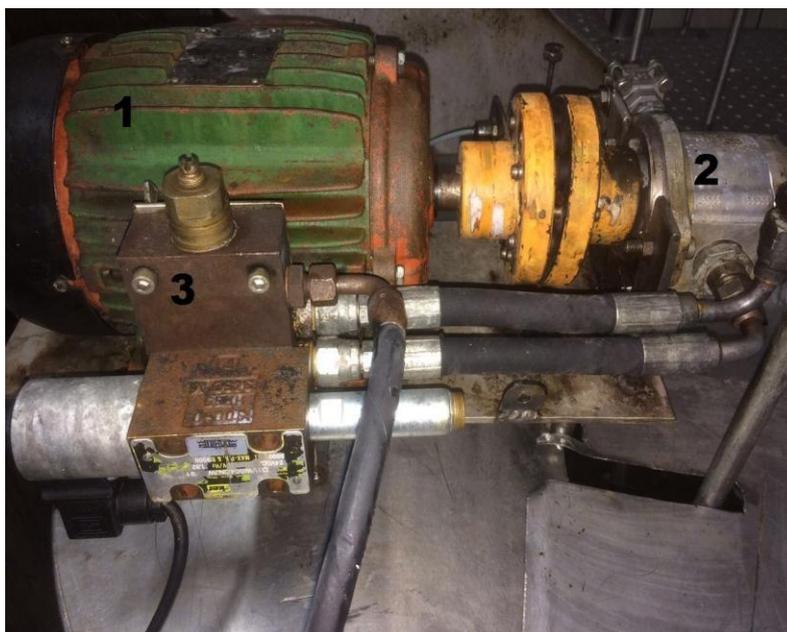


Figura 3: Conjunto motor, bomba e válvula reguladora de pressão.

Descrição da figura 3

- 1 – Motor de indução
- 2 – Bomba hidráulica
- 3 – Válvula reguladora de pressão

Vale ressaltar que na tampa do tanque foi fabricado um suporte para fixar uma haste com uma porca soldada em seu topo, sendo que esta haste está ligada a uma boia localizada no interior do tanque. Um sensor indutivo foi instalado e quando o nível do lubrificante diminui a boia baixa juntamente com a haste, e quando a porca chega a frente do sensor indutivo, o motor e a bomba se desligam automaticamente para que a bomba não funcione a vazio.

Na figura 4 contém a porca soldada na haste junto ao sensor.



Figura 4: Sensor indutivo e porca soldada na haste.

Na tubulação foram utilizados tubos de $\frac{1}{2}$ polegada de aço inoxidável existentes na empresa onde foram reutilizados. No fim da tubulação adaptou-se um bico aspersor em forma de leque, essa adaptação pode ser vista na figura 5, sendo esse formato de bico o mais adequado para que não haja desperdício de lubrificante injetado. Junto a tubulação foi colocado uma válvula de retenção (figura 6) para que o ar e o lubrificante tenham apenas um sentido ou seja unidirecional. Foi utilizado um regulador de fluxo para ajustar a quantidade de lubrificante que é borrifado nas carretilhas e junto ao filtro e o lubrificador foi instalado uma válvula reguladora de pressão (figura 7), a qual regula a pressão do ar necessário para o borrifamento, com esse mecanismo é possível estabelecer sempre a mesma pressão de trabalho e obtendo uma vazão sempre uniforme. Para o bom funcionamento é necessário verificar o nível de óleo periodicamente e ter a dosagem controlada.



Figura 5: Montagem do Bico Aspersor.



Figura 6: Válvula de retenção.

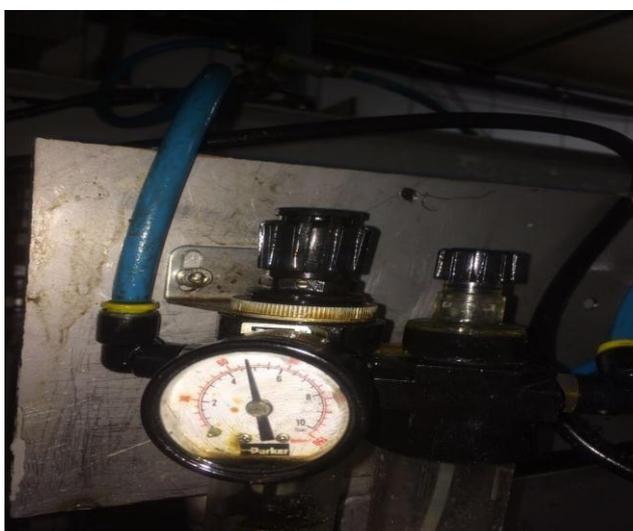


Figura 7: Válvula reguladora de pressão do ar comprimido.

6.3.3 Válvula de alívio de pressão

No sistema hidráulico junto a bomba colocou-se uma válvula de alívio de pressão, pois devido a pressão elevada, não seria capaz de fazer a dosagem exata, essa válvula faz com que o lubrificante excedente retorne ao reservatório e o conjunto pneumático faz o resto do processo mandando pequenas dosagens para o duto até ser borrifado. Conforme demonstrado na figura 3.

6.3.4 Sensor indutivo

O sensor indutivo sem conector foi montado sobre uma base ajustável o qual permanece blindado devido à quantidade de fluídos utilizados para realizar a higienização do equipamento, ele é acionado como uma haste, na figura 8 se tem o local da fixação do mesmo. Este equipamento apresenta ser de grande importância, pois ele define o ponto exato que o lubrificante é borrifado na carretilha, que deve ser entre a roda e o eixo.



Figura 8: Local de instalação do sensor indutivo.

Descrição da Figura 8:

- 1 – Sensor indutivo
- 2 – Carretilha
- 3 – Bico aspersor em forma de leque

6.3.5 Resistência

O lubrificante utilizado é a banha de porco e o estado de utilização sempre é o líquido, por isso é necessário que o reservatório mantenha-se a uma determinada temperatura, para atingir esse objetivo uma resistência foi colocada na base do tanque, detalhe na figura 9, juntamente com um sensor PT-100 para medir e controlar a temperatura.

Foi construída e instalada uma proteção junto ao tanque para que não haja danificação na resistência devido às impurezas existentes no local.



Figura 9: Detalhe do local de instalação da resistência.

6.3.6 Painel elétrico

Por fim deu-se a instalação do painel elétrico, também confeccionado de aço inoxidável acrescido da parte de força e comando do motor no qual contém um controlador lógico programável CLP LOGO *Soft Comfort*, uma fonte 24vcc, disjuntores, contatora, bornes e relés. Na parte externa do painel (figura 10) foi instalado um led (a) indicativo o qual indica que o painel está energizado, manopla de liga e desliga (b) e botão de emergência (c) de acordo com a norma NR12.



Figura 10: Representação do painel na parte frontal.

Na parte interior do painel apresentada na figura 11, todos os componentes referentes a força e comando: fonte 24vcc, disjuntor mono para alimentação da fonte, disjuntor motor e contatora para o motor e bomba, reles para acionamento das bobinas e bornes para distribuição.

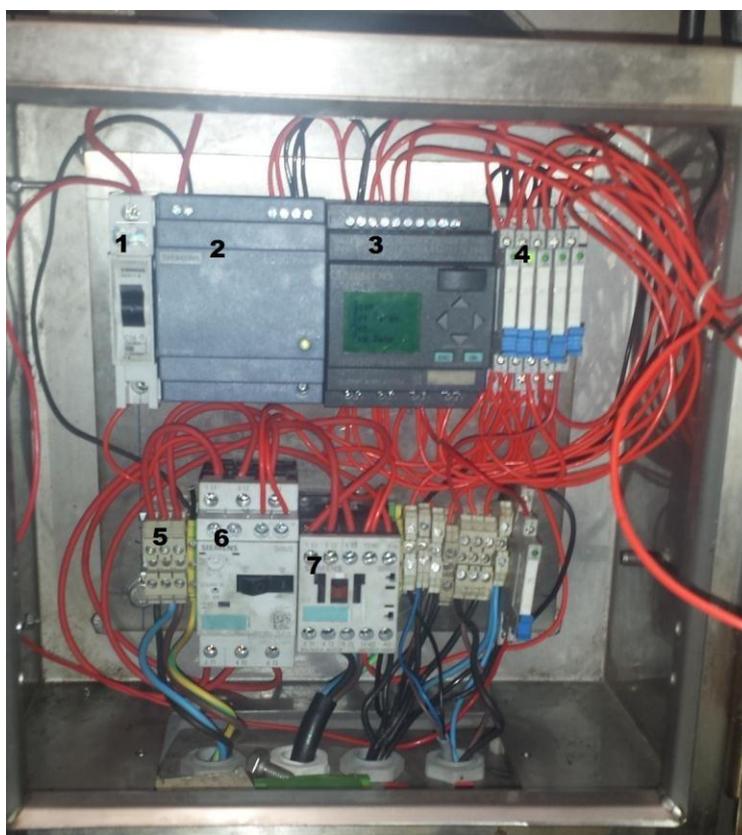


Figura 11: Distribuição interna dos componentes.

Identificação do quadro de comando:

- 1 – Disjuntor monofásico
- 2 – Fonte 24Volts
- 3 – CLP LOGO *Soft Comfort*
- 4 – Relés compactos
- 5 – Bornes
- 6 – Disjuntor motor
- 7 – Contatora

Em um segundo painel, está alojado um controlador Novus 480D e o comando de força que controla a temperatura da resistência para que o lubrificante sempre se encontre no estado líquido. Na figura 12 é possível visualizar a temperatura da resistência no visor, led de painel energizado, e manopla liga/desliga.



Figura 12: Quadro do controlador Novus 480.

6.3.7 Transporte aéreo mecanizado (TAM)

O TAM é um sistema de transporte aéreo por corrente que aproveita a velocidade contínua de seu mecanismo para realizar os ajustes de precisão.

Nesse trabalho foi o mecanismo utilizado para ser feito a lubrificação de forma automatizada. Na figura 13 se tem o modelo de carretilha utilizada na empresa para se realizar o transporte dos produtos.



Figura 13: Modelo de Carretilha.

6.3.8 Funcionamento do lubrificador automático

Depois de montado todo o sistema, colocou-se no tanque o lubrificante (banha). Energizaram-se os painéis. Foi ligada a manopla de liga/desliga do painel do controlador de temperatura Novus 480D acionando a contatora da resistência para que o lubrificante fique sempre no estado líquido.

Ao ligar a manopla do painel do lubrificador é emitido um sinal positivo na entrada I1 do CLP LOGO *Soft Comfort*, iniciando-se assim a leitura do programa no qual I1 seta uma saída Q4 do CLP, mandando alimentação para o relé auxiliar o qual fecha o contato 24vcc A1 da contatora iniciando-se o funcionamento da bomba. Vale ressaltar que a bomba só irá funcionar se o sensor e o nível não estiverem mandando sinal para a entrada I4 do CLP, o qual é responsável pelo intertravamento do sistema, pois a bomba não pode funcionar a vazio.

No início do processo é ligado a TAM que transporta as carretilhas para serem lubrificadas, em determinado momento a carretilha aciona o sensor indutivo que detecta o gancho que manda sinal para a entrada I3 do CLP iniciando a leitura do programa o qual seta Q1 e Q2, que são responsáveis pela saída de ar e do lubrificante pelo bico aspersor e simultaneamente seta um tempo para manter acionada a válvula da bomba da saída Q3.

No CLP os temporizadores são setados individualmente para determinar a quantidade de ar e lubrificante na carretilha. Os reguladores de pressão, a bomba, ar e lubrificantes tem seus ajustes manuais para que não existam gastos desnecessários, ou seja, quantidade certa no tempo certo.

7 RESULTADOS E CONCLUSÃO

A montagem desse sistema teve o propósito de melhorar a lubrificação das carretilhas agilizando o processo, ou seja, demandando menos tempo gasto para o procedimento, diminuindo as falhas e futuros defeitos, pois são lubrificadas individualmente com a quantidade de lubrificante adequada e no intervalo de tempo programado.

Através de uma análise inicial, é possível observar que o protótipo é viável economicamente, havendo a diminuição de intervenção humana, melhorando as condições de trabalho, economizando energia devido à automação realizada, diminuição das falhas e erro operacional, bem como a redução do líquido utilizado como lubrificante.

No período de funcionamento que se dá desde o início de janeiro de 2017 até outubro de 2017 foi constatado que o mesmo sempre operou sem nenhuma falha, possibilitando uma lubrificação contínua durante esse intervalo de tempo.

Houve diminuição nas quebras por falta de lubrificação, pois com o novo método adotado o risco de uma carretilha ficar sem lubrificação é quase zero, ocorrendo somente se houver alguma falha no sistema, o qual pode ser observado pelo operador e feito o reparo.

Devido ao novo sistema utilizar a banha reaproveitada da própria empresa, reduz o custo de compra de óleo lubrificante.

Se tratando da segurança do trabalhador, esta técnica garante maior proteção aos funcionários, por não precisarem mais ter o contato físico direto com os equipamentos da lubrificação, diminuindo a probabilidade de danos, e conseqüentemente também exige menos mão de obra para que este sistema funcione, apenas um operador.

8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, Paulo Samuel de. **Manutenção mecânica industrial: conceitos básicos e tecnologia aplicada** / Paulo Samuel de Almeida -- São Paulo: Érica, 2014.

ALMEIDA, Paulo Samuel de. **Manutenção mecânica industrial: princípios técnicos e operações**. São Paulo: Érica, 2015.

ALVES, José Luiz Loureiro. **Instrumentação, controle e automação de processos**. 2. ed. - [Reimpr.]. Rio de Janeiro: LTC, 2017.

BELINELLI, Marjorie Maria et al. **A importância do HACCP (hazard analysis and critical control point) na gestão da lubrificação industrial: aplicação do lubrificante adequado para o maquinário do setor alimentício**. São Paulo: 2010. Disponível em: << http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2010_TN_STP_113_743_15913.pdf>> Acesso em 08 de outubro de 2017.

BONACORSO, Nelso Gauze; NOLL, Nelso Gauze. **Automação eletropneumática**. 12. ed. São Paulo: Érica, 2013.

BORDIGNON, Armando Lucio. **Equipamentos elétricos industriais**. 2. ed. Juiz de Fora – MG: Universidade Federal de Juiz de Fora, 2014. Disponível em: << http://www.ufjf.br/prh-pb214/files/2014/01/ApostilaEquipamentos-EI%C3%A9tricos-Industriais-_Rev_abril20141.pdf>> Acesso em: 20 de novembro de 2016.

BRITTIAN, L.W. **Instalações elétricas: guia compacto**. Tradução Luiz Paulo de Oliveira. 1. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2017.

CAMARGO, Valter Luís Arlindo de. **Elementos de automação**. 1. ed. São Paulo: Érica, 2014.

CARBÓ, Héctor Mario. **Aços inoxidáveis: aplicações e especificações**. 2008. Disponível em: << <http://guides.com.br/home/wp-content/uploads/2011/12/inonx-apost-tec.pdf>>> Acesso em: 18 de novembro de 2016.

CREDER, Hélio, 1926-2005. **Instalações elétricas**. Hélio Creder: atualização e revisão Luiz Sebastião Costa. Rio de Janeiro: LTC, 2016.

DONATO, Vitório. **Metodologia para preservação de materiais: prevenção da falha prematura**. 1. ed. São Paulo: Érica, 2011.

ELETROBRÁS. **Bombas: guia básico**. Brasília: IEL/NC, 2009. Disponível em: http://arquivos.portaldaindustria.com.br/app/conteudo_18/2014/04/22/6281/Bombas.pdf>> Acesso em: 10 de novembro de 2016.

FILHO, Guilhaer Filippo. **Motor de indução**. 2. ed. São Paulo: Érica, 2013.

FILHO, João Mamede. **Instalações Elétricas Industriais**. 7. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2007.

FONSECA, Fabricio Ramos da. **Sensores**. Disponível em: <<<http://www.adororobotica.com/Sensores.pdf>>> Acesso em: 29 de setembro de 2017.

GARCIA, Amauri; SPIM, Jaime Alvares; SANTOS, Carlos Alexandre dos. **Ensaio dos materiais**. 2. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2012.

GIL, Antônio Carlos. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

GIL, Antônio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2002.

GOMES, Heber Pimentel. **Sistemas de Saneamento – Eficiência Energética**. João Pessoa: Universitária/UFPB, 2010. Disponível em: <<http://www.lenhs.ct.ufpb.br/wp-content/uploads/arquivos/Livro_Eficiencia_Energetica.pdf>> Acesso em: 17 de novembro de 2016.

KANASHIRO, Nelson Massao; NERY, Norberto. **Instalações elétricas industriais**. 2. ed. São Paulo: Érica 2014.

KARDEC, Alan; NASCIF, Júlio. **Manutenção: função estratégica**. 3. ed. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2009.

LAMB, Frank. **Automação industrial na prática [recurso eletrônico]**. Tradução: Márcio José da Cunha; revisão técnica: Antonio Pertence Júnior. Porto Alegre: AMGH, 2015.

LOURENÇO, Zita; MOURA, Rita. Aplicação de proteção catódica a tanques de armazenamento de combustíveis. *Corros. Prot. Mater.*, Vol. 28, N°3, 2009. Disponível em: <<<http://www.scielo.mec.pt/pdf/cpm/v28n3/v28n3a02.pdf>>> Acesso em: 27 de outubro de 2016.

MARINS, Ailson. **Tecnologia Pneumática: Circuitos pneumáticos e Comandos Eletropneumáticos**. São Paulo: Salto, 2009. Disponível em: <<<ftp://ftp.mecanica.ufu.br/LIVRE/SCHP/arquivos/Apostila%20de%20Pneumatica.pdf>>> Acesso em 21 de agosto de 2017.

NATALE, Ferdinando. **Automação industrial: série brasileira de tecnologia**. 8. ed. Érica: 2006.

NEGRI, Victor Juliano. **Sistemas Hidráulicos e Pneumáticos para Automação e Controla parte I – Sistemas pneumáticos para automação**. Florianópolis: 2001. Disponível em: << <http://www.ebah.com.br/content/ABAAe6msAE/hidraulica-pneumatica>>> Acesso em 21 de agosto de 2017.

NUNES, Enon Laércio. **Saberes da manutenção: uma visão sistêmica**. Curitiba: Editora UFPR, 2015.

PAREDE, Ismael Moura. **Eletrônica: automação industrial**. São Paulo: Fundação Padre Anchieta, 2011. Coleção Técnica Interativa. Série Eletrônica, v. 6). Disponível em: <<<http://eletro.g12.br/arquivos/materiais/eletronica6.pdf>>> Acesso em: 12 de novembro de 2016.

PRODANOV, Cleber Cristiano; FREITAS, Ernani Cesar de. **Metodologia do trabalho científico: métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico**. 2. ed. Novo Hamburgo: Feevale, 2013.

PRUDENTE, Francesco. **Automação industrial pneumática: teoria e aplicações**. Rio de Janeiro: LTC, 2015.

RAMOS, Matheus Vital Brasil. **Dimensionamento de Módulo de Bombeio para Aplicação em Testes Hidrostáticos de Linhas Flexíveis de Fluidos Óleo e Gás**. Rio de Janeiro: UFRJ / Escola Politécnica, 2015. Disponível em: <<<http://monografias.poli.ufrj.br/monografias/monopoli10014767.pdf>>> Acesso em: 23 de junho de 2017.

RIBEIRO, Marco Antônio. **Válvulas de controle e segurança**. 5. ed. Salvador – BA: Primavera, 1999.

SIEMENS. Manual de instruções da LOGO. Edição 2/2005. Disponível em: <<<http://w3.siemens.com.br/automation/br/pt/seguranca-de-maquinas/interfaces-de-seguranca/plc-de-seguranca/logo/documents/manual%20logo!%200ba5.pdf>>> Acesso em: 10 de novembro de 2016.

SILVA, Marcelo Eurípedes da. **Curso de comandos elétricos**. Piracicaba – SP: 2006. Disponível em: <<http://gerson.orgfree.com/index_arquivos/Apostila2mca.pdf>> Acesso em 20 de novembro de 2016.

SILVA, Emílio Carlos Nelli. **Apostila de Pneumática**. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo: 2002. Disponível em: <<<http://sites.poli.usp.br/d/pmr2481/pneumat2481.pdf>>> Acesso em 29 de setembro de 2017.

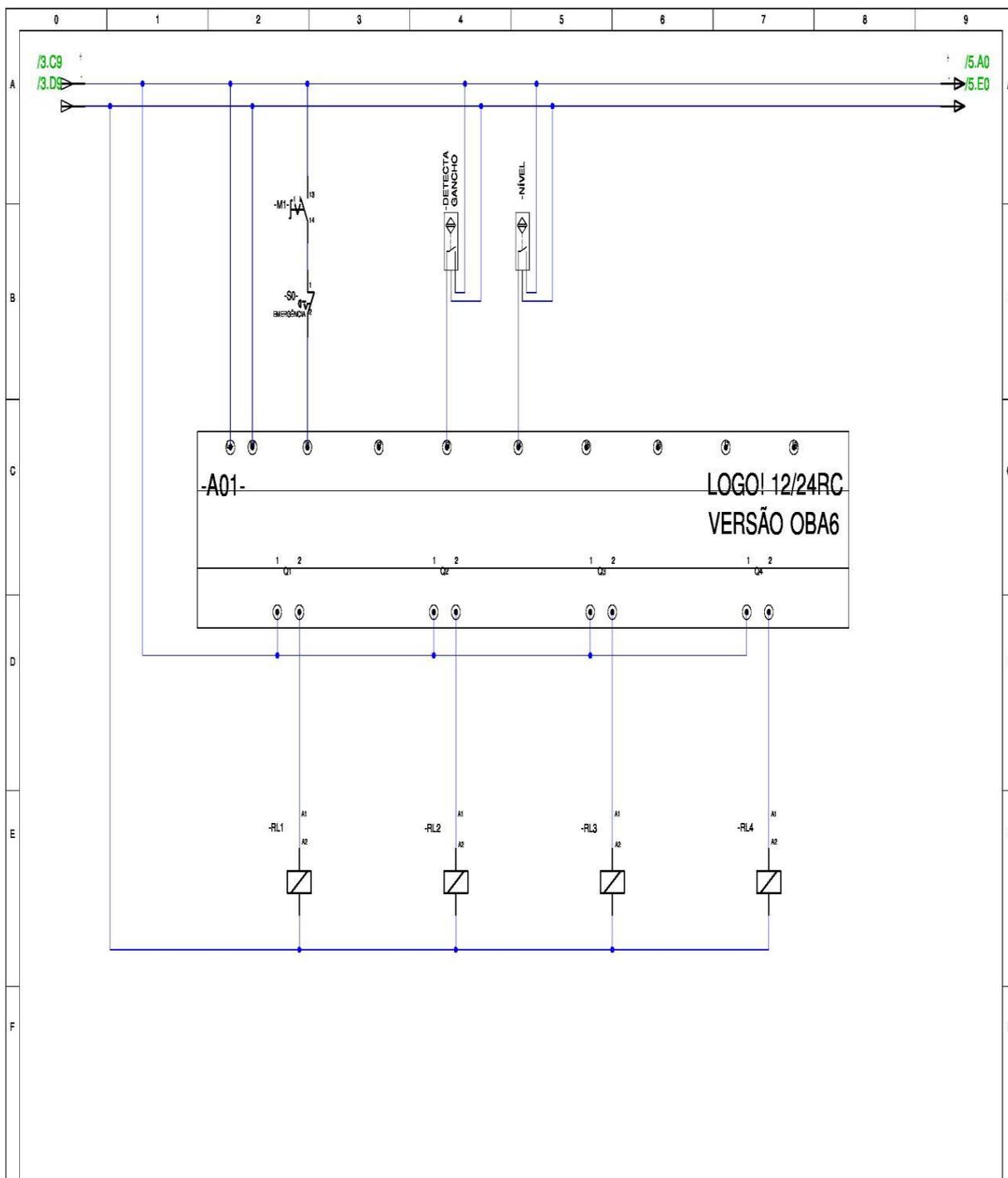
SOUZA, Dalva Inês de *et al.* **Manual para orientações para projetos de pesquisa**. Novo Hamburgo: FESLSVC, 2013. Disponível em: <<http://www.liberato.com.br/sites/default/files/manual_de_orientacoes_para_projetos_de_pesquisa.pdf>> Acesso em 20 de novembro de 2016.

TEIXEIRA, Mauri Martins. **Bicos Hidráulicos**. Viçosa, MG: 2000. Disponível em: <<https://www.google.com.br/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=0ahUKEwikldqo0unVAhXEQpAKHXHOBmEQFggnMAA&url=ftp%3A%2F%2Fftp.ufv.br%2Fdea%2FDisciplinas%2FMauri%2FENG638%2FBICOS%2520HIDR%25C1ULICOS.doc&usg=AFQjCNFlv3r_EgsWuJ6nDA7Hu_-TaYBx8Q>> Acesso em 21 de agosto de 2017.

WENDLING, Marcelo. **Sensores**. Universidade Estadual Paulista. Disponível em: <<
[http://www2.feg.unesp.br/Home/PaginasPessoais/ProfMarceloWendling/4---
sensores-v2.0.pdf](http://www2.feg.unesp.br/Home/PaginasPessoais/ProfMarceloWendling/4---sensores-v2.0.pdf)>> Acesso em 21 de agosto de 2017.

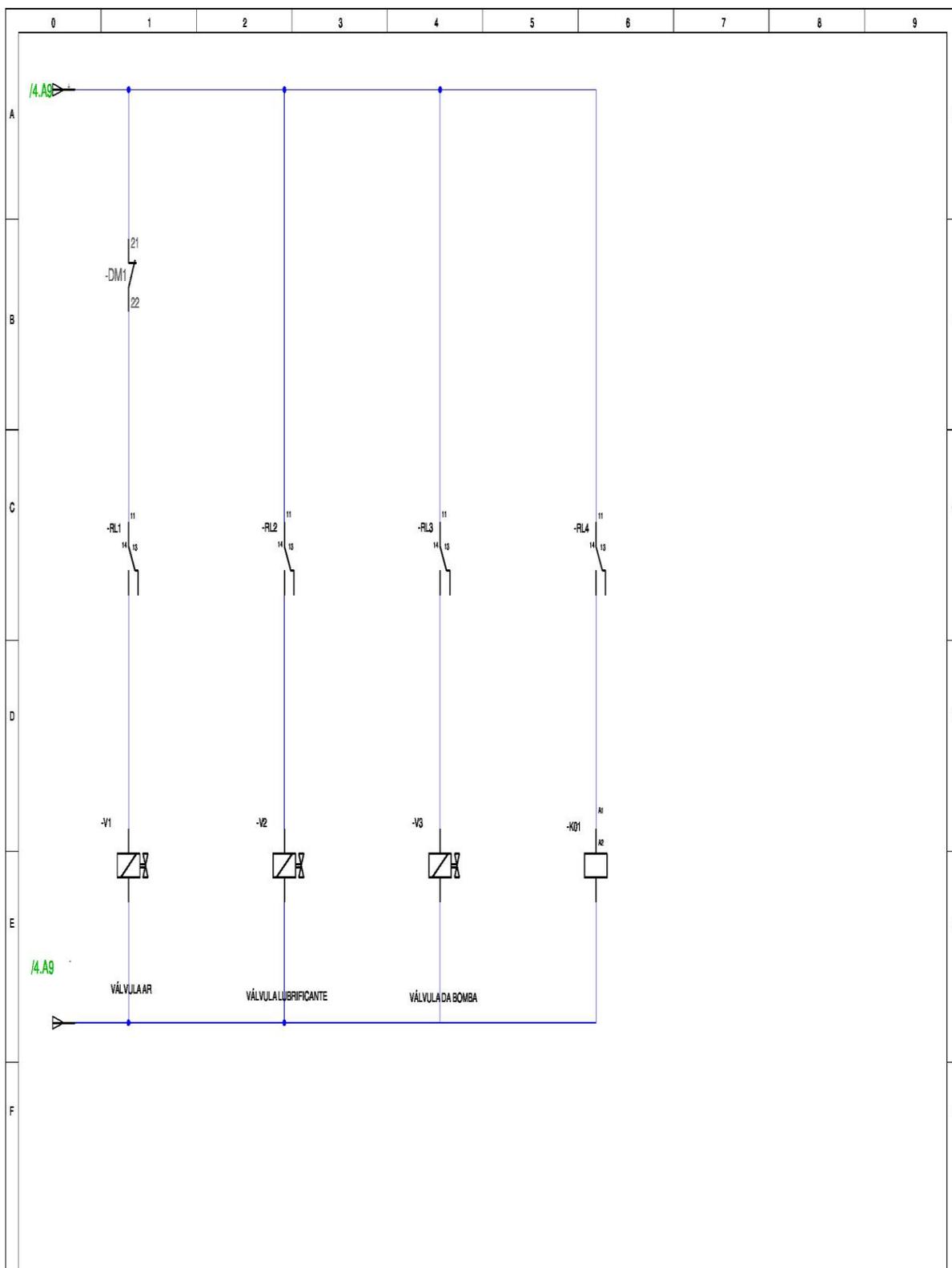
9 APÊNDICES

Apêndice A Diagrama de Comando



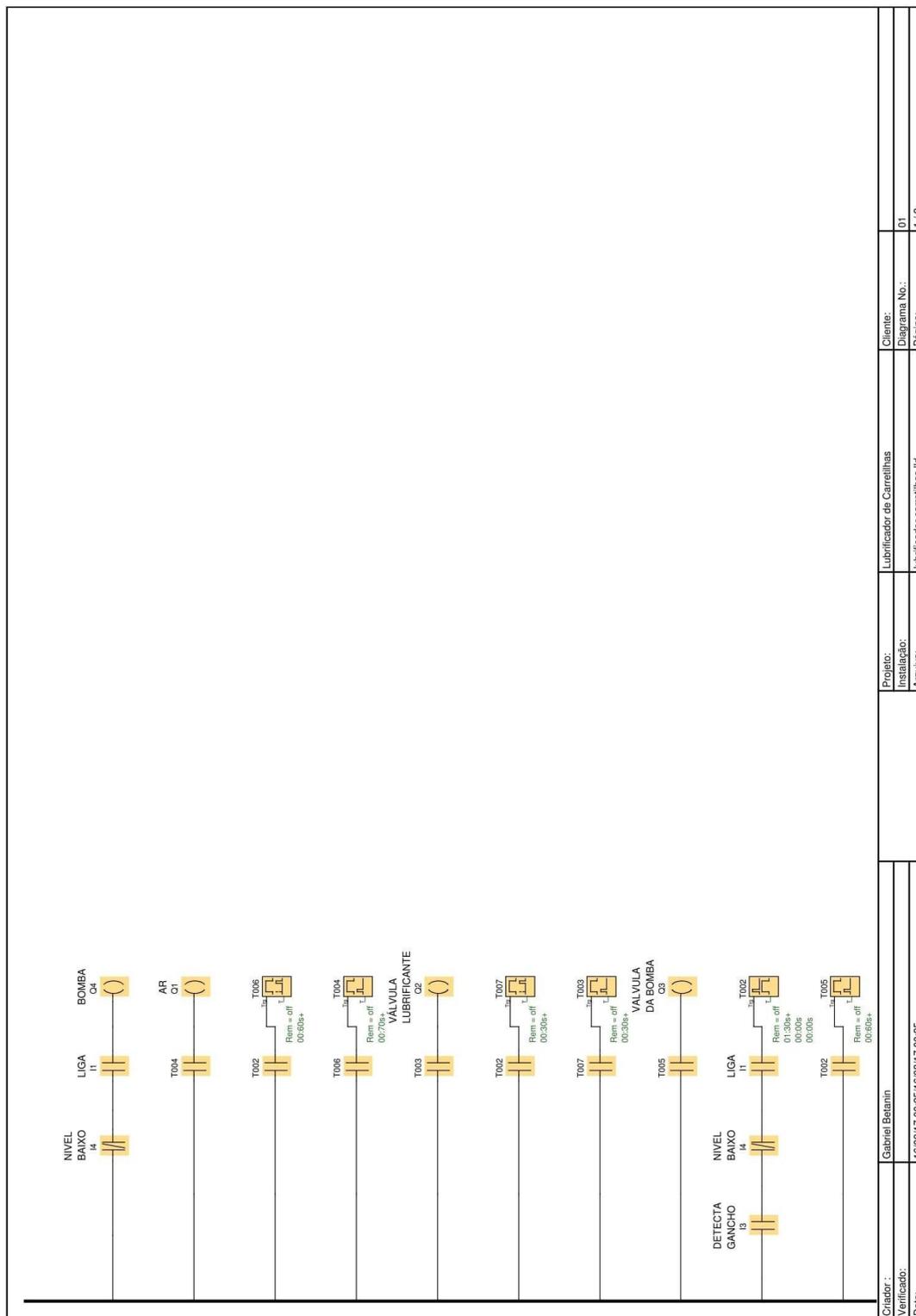
Apêndice B

Diagrama de comando



Apêndice C

Diagrama de Lógica



Projetista:	Instalação:	Lubrificador de Carretilhas	Criador:	Diagrama No.:	01
Verificado:	Arquivo:	Lubrificador Carretilhas.lid	Gabriel Betamin	Página:	1 / 2
Data:	16/08/17 00:25:16/08/17 00:25				

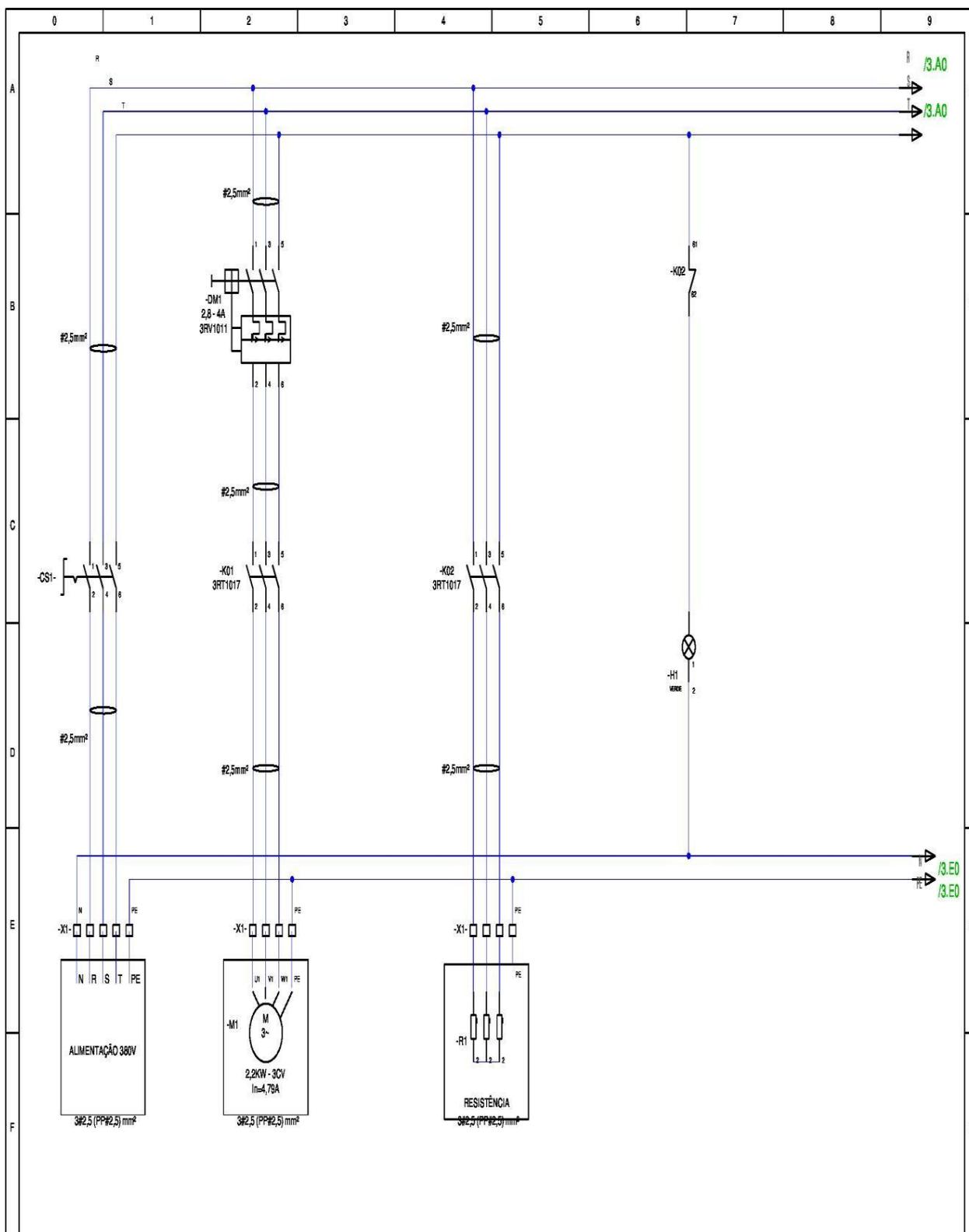
Apêndice D

Descritivo de entradas e saídas de CLP

Número de bloco (tipo)	Parâmetro	
I1(Fazer contato) : LIGA		
I1(Fazer contato) : LIGA		
I3(Fazer contato) : DETECTA GANCHO		
I4(Contato de ruptura) : NIVEL BAIXO		
I4(Contato de ruptura) : NIVEL BAIXO		
Q1(Bobina do relé) : AR		
Q2(Bobina do relé) : VÁLVULA LUBRIFICANTE		
Q3(Bobina do relé) : VALVULA DA BOMBA		
Q4(Bobina do relé) : BOMBA		
T002(Temporizador para luz de escadaria) :	Rem = off 01:30s+ 00:00s 00:00s	
T003(Relé de pulso (saída de pulso)) :	Rem = off 00:30s+	
T004(Relé de pulso (saída de pulso)) :	Rem = off 00:70s+	
T005(Relé de pulso (saída de pulso)) :	Rem = off 00:60s+	
T006(Delay-Liga) :	Rem = off 00:60s+	
T007(Delay-Liga) :	Rem = off 00:30s+	
Criador : Gabriel Betanin	Projeto: Lubrificador de Carretilhas	Ciente:
Verificado:	Instalação:	Diagrama No.: 01
Data: 16/08/17 00:25/16/08/17 00:25	Arquivo: lubrificador carretilhas.ild	Página: 2 / 2

Apêndice E

Diagrama de Força



Apêndice F

Diagrama de Força e Comando

