

**MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
CÂMPUS MEDIANEIRA
CURSO SUPERIOR DE TECNOLOGIA EM MANUTENÇÃO INDUSTRIAL**

**ANDRÉ ELIAS MAIER
ÉDERSON RODRIGO SCHMIDT
MICHAEL CRISTIAN STIEHL**

**AUTOMAÇÃO E MELHORIA DO EQUIPAMENTO USADO NO
COZIMENTO DO BACON**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

**MEDIANEIRA
2014**

**ANDRÉ ELIAS MAIER
ÉDERSON RODRIGO SCHMIDT
MICHAEL CRISTIAN STIEHL**

**AUTOMAÇÃO E MELHORIA DO EQUIPAMENTO USADO NO
COZIMENTO DO BACON**

Trabalho de Conclusão de Curso, apresentado à disciplina de Trabalho de Diplomação, do Curso Superior de Tecnologia em Manutenção Industrial da Universidade Tecnológica Federal do Paraná– UTFPR, *Câmpus* Medianeira, como requisito parcial para obtenção do título de Tecnólogo em Manutenção Industrial.

Orientador: Prof. Me. Amauri Massochin.

**MEDIANEIRA
2014**



TERMO DE APROVAÇÃO

AUTOMAÇÃO E MELHORIA DO EQUIPAMENTO USADO NO COZIMENTO DO BACON

Por:

André Elias Maier

Éderson Rodrigo Schmidt

Michael Cristian Stiehl

Este Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) foi apresentado às 08:00h do dia 13 de Fevereiro de 2014 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. Amauri Massochin
UTFPR – *Câmpus* Medianeira
(Orientador)

Prof. Me. Neron Alipio Cortes Berghauser
UTFPR – *Câmpus* Medianeira
(Convidado)

Prof. Dr. Paulo César Tonin
UTFPR – *Câmpus* Medianeira
(Convidado)

Prof. Me. Yuri Ferruzzi
UTFPR – *Câmpus* Medianeira
(Responsável pelas atividades de TCC)

A Folha de Aprovação assinada encontra-se na coordenação do Curso de Tecnologia em Manutenção Industrial.

AGRADECIMENTO

Primeiramente agradecer àquele que nos proporcionou o milagre da vida, Deus, que sempre esteve e sempre estará conosco. Agradeço as nossas famílias, que durante todo o curso nos deram suporte e auxílio, nas horas mais difíceis e conselhos nas decisões mais importantes.

Aos colegas de trabalho, que trouxeram muitos conhecimentos, obtidos pela experiência e formação na área, e com os quais temos grandes amizades.

A indústria Frimesa Unidade Central pela confiança, incentivo e concessão dos dados estudados neste trabalho.

À UTFPR como instituição, pela qualidade de ensino e prestígio no mercado de trabalho. Agradecemos a todos os professores pelo esforço e dedicação para nos transmitir da melhor forma possível seus conhecimentos e ensinamentos.

RESUMO

MAIER, André E; SCHMIDT, Éderson R; STIEHL, Michael C. **Automação e Melhoria do Equipamento Usado no Cozimento do Bacon**. 2014 58 f. Trabalho de Conclusão de Curso - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Medianeira, 2014.

O trabalho consiste na readequação e melhoria de uma estufa, usada para cozinhar *bacon* em um frigorífico. Tem o objetivo de se cozinhar o *bacon* em um tempo menor, mas com uma qualidade superior. O seu funcionamento era baseado em controladores de temperatura, que eram monitorados pelo operador. Esses controladores de temperatura foram substituídos por um controlador lógico programável, além da instalação de uma *soft-starter* para realizar a partida do motor da turbina. Também foram realizados alguns reparos em sua parte estrutural.

Palavras-Chave: Cozimento do *Bacon*. Controlador Lógico Programável. *Soft Starter*. Automação

ABSTRACT

MAIER, André E; SCHMIDT, Éderson R; STIEHL, Michael C. **Automação e Melhoria do Equipamento Usado no Cozimento do Bacon.** 2014 58 f. Trabalho de Conclusão de Curso - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Medianeira, 2014.

The work consists of the realignment and improvement of a greenhouse, used to cook bacon in a refrigerator. The goal is to cook the bacon in a shorter time, but with better quality. It works based on temperature controllers, monitored by an operator. These temperature controllers were replaced by a programmable logic controller, and a soft-starter were installed to start the turbine engine. Some repairs will be also performed in its structure.

Keywords: Cook the Bacon. Programmable Logic Controller. Soft Starter. Automation

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Fluxograma do Processamento do Bacon	11
Figura 2 - Diagrama de Blocos de um Sistema de Automação	12
Figura 3 – Esquema de um <i>Soft-Starter</i> Projetado com seis Tiristores	15
Figura 4 – Comparativo entre Métodos de Partida	16
Figura 5 - Chaminé Fechada	19
Figura 6 - Chaminé Aberta.....	19
Figura 7 - Motor e Turbina da Chaminé	20
Figura 8 - Turbina Eixo Principal	20
Figura 9 - Motor Principal.....	21
Figura 10 - Estrutura de Blocos <i>Jumo Imago</i> F3000	21
Figura 11 - <i>Slot</i> 1 Entradas Analógicas do Controlador Lógico Programável	22
Figura 12 - <i>Slot</i> 4 Saídas a Relé do Controlador Lógico Programável	23
Figura 13 - Processo de Secagem	23
Figura 14 - Processo de Cozimento Seco.....	24
Figura 15 - Processo de Choque-Térmico	24
Figura 16 - Processo de Defumação Natural	25
Figura 17 - Processo de Extração	25
Figura 18 - Bornes de Controle da <i>Soft-Starter</i>	26
Figura 19 - Diagrama Esquemático Usado no Motor da Estufa	27
Figura 20 - Ajuste do Tipo de Controle.....	28
Figura 21 - Ajuste da Tensão Inicial	29
Figura 22 - Ajuste do Tempo da Rampa de Aceleração.....	30
Figura 23 - Ajuste do Tempo da Rampa de Desaceleração	30
Figura 24 - Ajuste da Corrente do Motor	31
Figura 25 - Painel Elétrico Antigo	32
Figura 26 - Vista Frontal Externa do Painel Antigo	33
Figura 27 - Montagem Painel Elétrico Novo.....	34
Figura 28 – Detalhe Interno do Novo Painel Elétrico.....	35
Figura 29 – Vista Frontal Externa do Novo Painel Elétrico	35

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Comparativo de Horas de Manutenção por Tipo de Problema.....	36
Gráfico 2 - Horas de Cozimento do Bacon.....	37
Gráfico 3 - Peças Cozidas	37

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Entradas e Saídas do Controlador Lógico Programável.....	22
Tabela 2 - Pontos de Temperatura e Tempo de Cozimento	26
Tabela 3 - Lista de Componentes Elétricos Usados	33

SÚMARIO

1. INTRODUÇÃO	10
2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	11
2.1 PRODUÇÃO DO <i>BACON</i>	11
2.2 AUTOMAÇÃO INDUSTRIAL	12
2.3 CONTROLADOR LÓGICO PROGRAMÁVEL (CLP).....	13
2.4 SENSOR.....	14
2.4.1 Medição de Temperatura.....	14
2.4.2 Termômetros de Resistência.....	14
2.5 <i>SOFT STARTER</i>	15
2.6 MANUTENÇÃO PREVENTIVA	16
3. PROCESSO A SER AUTOMATIZADO	18
3.1 MELHORIAS NA ESTRUTURA DO EQUIPAMENTO.....	18
3.2 DESENVOLVIMENTO DO PROGRAMA	21
3.3 INSTALAÇÃO DA <i>SOFT-STARTER</i> SSW-07	26
3.3.1 Ajuste do Tipo de Controle	27
3.3.2 Ajuste da Tensão Inicial	28
3.3.3 Ajuste da Rampa de Aceleração	29
3.3.4 Ajuste do Tempo da Rampa de Desaceleração	30
3.3.5 Ajuste da Corrente do Motor.....	31
3.4 MONTAGEM DO NOVO PAINEL ELÉTRICO	32
4. RESULTADOS OBTIDOS	36
REFERÊNCIAS	39
APÊNDICES	40
ANEXOS	47

1. INTRODUÇÃO

Na manutenção, deixou-se de se preocupar apenas com a correção de falhas em equipamentos para se falar numa fase de projetos, minimizando as paradas de produção e tornando ainda mais competitivo o processo produtivo.

Geralmente, os sistemas de controle que compõem um equipamento automatizado são compostos por um grupo de dispositivos eletrônicos e componentes cujo objetivo é proporcionar estabilidade, precisão e eliminar transições prejudiciais em processos produtivos. Estes sistemas podem ter diferentes formas de serem implantados.

Neste projeto foi realizada a automação de uma estufa utilizada para o cozimento do *bacon*, com o objetivo de melhorar o tempo de cozimento e a qualidade final do produto, facilitar operação e manutenção do equipamento e aumentar a confiabilidade da estufa. Depois de ser colocado em carrinhos o *bacon* é colocado para cozinhar na estufa. Para que o processo de cozimento seja eficaz, há a necessidade de que o sistema não apresente falhas.

O projeto foi realizado em parceria com um frigorífico, localizado na região oeste do Paraná, especializado no abate e industrialização de carne suína.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 PRODUÇÃO DO BACON

Cerca de 70% do consumo de carne suína no mercado ocorre através de produtos industrializados, os 30% restantes são consumidos na forma de cortes (SILVA, 2009).

A carne suína é o principal ingrediente usado para a fabricação do *bacon*. No Brasil, é utilizada a barriga suína. É possível produzir *bacon* de outros cortes do suíno, desde que sua origem seja expressa (BRASIL, 2000).

A receita do *bacon* varia de indústria para indústria, desde os processos de cozimento até os tempos de cozimento podem variar.

Na Figura 1 é mostrado o fluxograma dos processos em que o *bacon* passa:

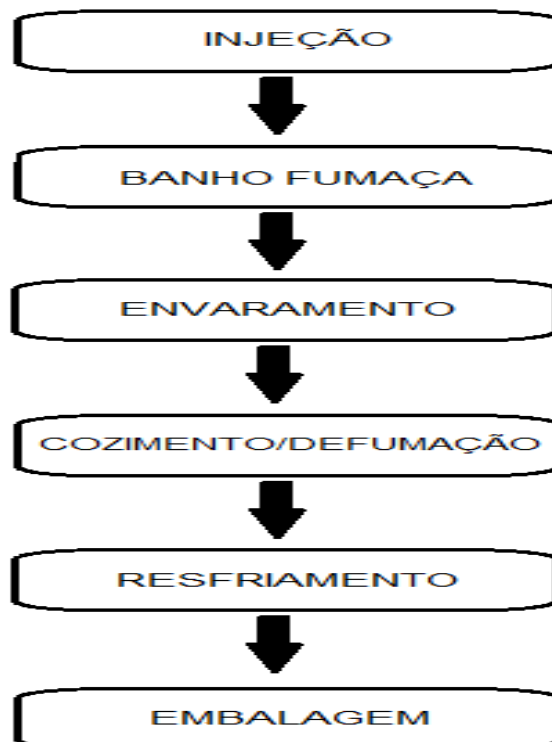


Figura 1 - Fluxograma do Processamento do Bacon

2.2 AUTOMAÇÃO INDUSTRIAL

A automação é um conjunto de técnicas das quais se constroem sistemas ativos que atuam com uma eficiência muito satisfatória, pois usam informações recebidas do meio sobre qual elas atuam como mostra a Figura 2 (SILVEIRA, 1998).

Para entender o funcionamento de um controle automático, é só observar como o processo agiria se fosse controlado manualmente por uma pessoa (SIGHIERI, 1990).

A automação baseia-se na aplicação de novas técnicas de controle em um processo. Pode-se dizer que a automação industrial vem oferecer e gerenciar soluções, pois ela sai de um nível chão de fábrica para voltar seu foco no gerenciamento da informação (SILVEIRA, 1998).

Na automação, sempre se observa o resultado do trabalho, onde a informação é levada ao dispositivo principal, o mesmo é comparado com o objetivo desejado e, se existir diferença entre os dois, atua no sentido de diminuí-la para o mínimo valor possível (SIGHIERI, 1990).

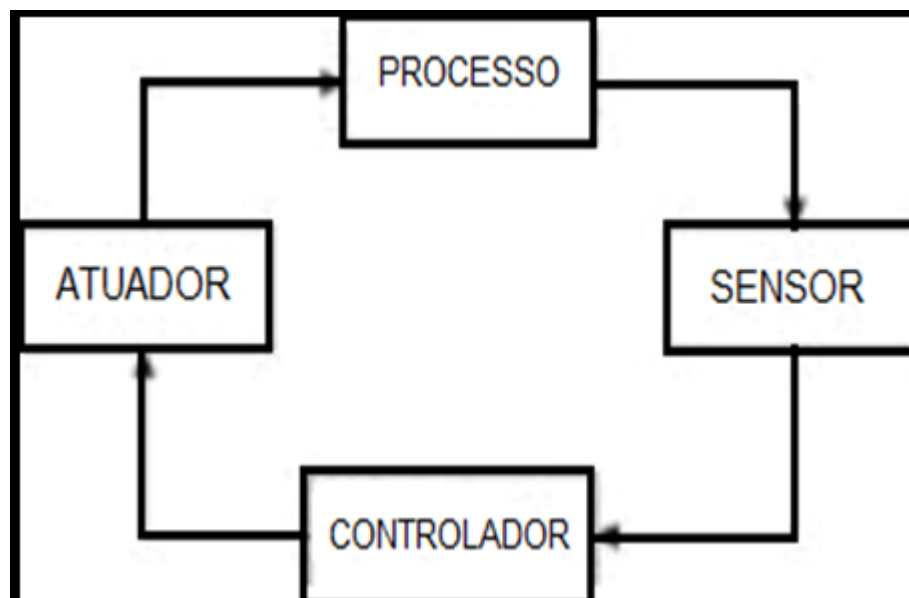


Figura 2 - Diagrama de Blocos de um Sistema de Automação
FONTE: SILVEIRA (1998).

2.3 CONTROLADOR LÓGICO PROGRAMÁVEL (CLP)

Na indústria, os sistemas automatizados chegaram para aumentar a produção, reduzir gastos e principalmente para automatizar as máquinas. Um microprocessador pode tomar decisões no controle de uma máquina pois elas são baseadas em linhas de programação (OLIVEIRA, 1993).

A tarefa do controlador lógico programável é ler, de forma cíclica, as instruções contidas no programa, onde é realizada a interpretação e o processamento das operações correspondentes (OLIVEIRA, 1993).

A seguir serão mostrados alguns conceitos básicos do funcionamento de um controlador lógico programável:

Variáveis de entrada: são sinais externos que o controlador recebe, esses sinais podem ser oriundos de fontes que pertencem ao processo controlado, ou de comandos gerados pelo operador. Tais sinais são gerados por dispositivos como sensores diversos, chaves, botoeiras, dentre outros (SILVEIRA, 1998).

Variáveis de saída: são dispositivos controlados por cada ponto de saída do controlador lógico programável. Podem servir para intervenção direta no processo controlado, por acionamento próprio, ou também poderão servir para sinalização de estado (SILVEIRA, 1998).

Programa: É uma sequência de instruções selecionadas de um conjunto de opções, que são oferecidas pelo controlador lógico programável em uso e, que realizaram as ações de controle desejadas. Podem ativar ou não as memórias internas e os pontos de saída do controlador, a partir da monitoração do estado das mesmas internas e/ou dos pontos de entrada do controlador (SILVEIRA, 1998).

2.4 SENSOR

Segundo SILVEIRA (1998):

O sensor é um dispositivo sensível a fenômenos físicos como: temperatura, umidade, luz, pressão, entre outras. Por meio desta sensibilidade, os sensores enviam um sinal, que pode ser um simples abrir e fechar de contatos, para os dispositivos de medição e controle, ou caso exista a necessidade de medir uma grandeza elétrica a partir de um fenômeno físico qualquer envolvendo grandezas físicas que não sejam de natureza elétrica, é necessário utilizar um transdutor, que responde ao fenômeno físico, ou estímulo, de forma a converter sua magnitude em um sinal elétrico conhecido proporcional a amplitude desses estímulos.

2.4.1 Medição de temperatura

Temperatura é a medida do efeito que um corpo qualquer indica quando se aplica uma intensidade de calor ou frio sobre o mesmo. (SIGHIERI, 1990).

A medição de temperatura pode ser facilmente influenciada por fatores externos aos dispositivos de medida ou pela inércia térmica, inerente ao sistema em si. (SIGHIERI, 1990).

2.4.2 Termômetros de Resistência

A medição da temperatura com termômetros de resistência consiste na alteração da sua resistência elétrica em função da temperatura. Esta característica é mais ou menos pronunciada nos diferentes materiais. Esta alteração da resistência elétrica em função da temperatura é designada por coeficiente de temperatura. O seu valor não permanece constante ao longo da amplitude de temperatura.

Para (SIGHIERI, 1990), “A intensidade da corrente elétrica num condutor qualquer é diretamente proporcional à tensão entre duas extremidades e inversamente proporcional a resistência do condutor”.

2.5 SOFT STARTER

O *soft starter* é um equipamento eletrônico capaz de controlar a potência do motor no instante da sua partida, ao contrário dos sistemas elétricos convencionais utilizados para essa função. Seu princípio de funcionamento baseia-se em componentes estáticos: tiristores, mostrado na Figura 3:

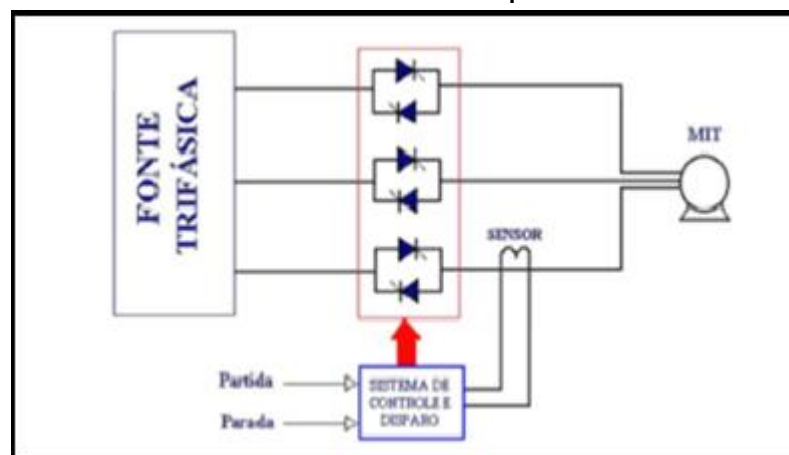


Figura 3 – Esquema de um *Soft-Starter* Projetado com seis Tiristores
FONTE: UNESP (2012).

Nos processos modernos de partida do motor de indução são usados *soft starters* que, através de comando micro processado, controlam tiristores, esses tiristores ajustam a tensão enviada ao estator do motor. Assim, consegue-se aliviar o acionamento dos altos conjugados de aceleração do motor de indução. As chaves de partida estática são chaves micro processadas, projetadas para acelerar (ou desacelerar) e proteger motores elétricos de indução trifásicos. Através do ajuste do ângulo de disparo dos tiristores, controla-se a tensão aplicada ao motor. Com o ajuste correto das variáveis, o torque e a corrente são ajustados às necessidades da carga.

Os motores assíncronos trifásicos apresentam picos de corrente e de conjugados indesejáveis quando em partida direta, chave estrela-triângulo e chave compensadora conseguem uma redução na corrente de partida, porém a comutação

é por degraus de tensão, entretanto nenhum se compara com o método de partida suave (que utiliza o *soft starter*) como mostra a Figura 4:

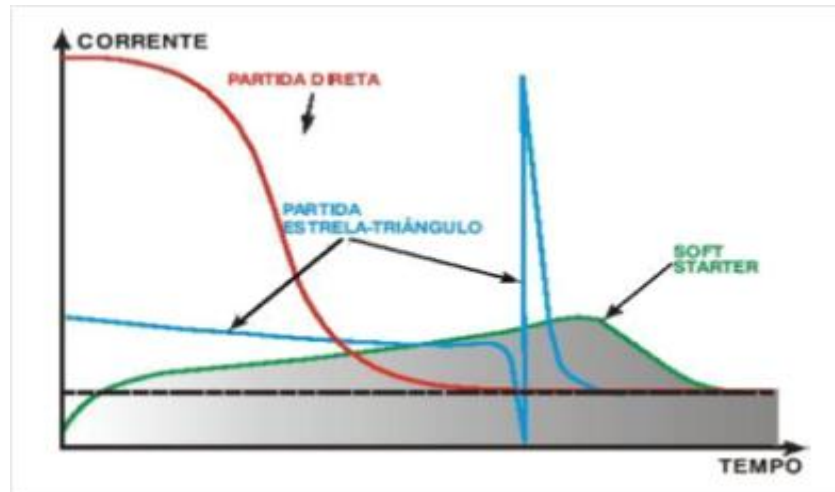


Figura 4 – Comparativo entre Métodos de Partida
 FONTE: UNESP (2012).

2.6 MANUTENÇÃO PREVENTIVA

A manutenção preventiva tem a finalidade de reduzir ou evitar a falha ou a queda no desempenho do equipamento, obedecendo a um plano de manutenção preventiva previamente elaborada, baseado em intervalos definidos de tempo. Qualquer ativo físico solicitado para realizar uma determinada função estará sujeito a uma variedade de esforços. Estes esforços gerarão fadiga e isto causará a deterioração deste ativo físico reduzindo sua resistência à fadiga. Esta resistência reduzir-se-á até um ponto no qual o ativo físico pode não ter mais o desempenho desejado, em outras palavras, ele pode vir a falhar.

Utilizando arquivos ou históricos disponíveis nas empresas procura-se determinar o tempo provável em que ocorrerá a falha, porque se sabe que ela irá ocorrer, mas não se pode determinar quando exatamente. Pode-se, ainda, reduzir a probabilidade de falhas pelo fato de a manutenção ser programada com antecedência.

A manutenção preventiva é considerada como o ponto de apoio das atividades de manutenção, envolvendo tarefas sistemáticas tais como: as inspeções, substituição de peças e reformas.

Nos Anexos A e B são mostrados os dois procedimentos de manutenção preventiva que a estufa possui depois da automação.

3. PROCESSO A SER AUTOMATIZADO

O projeto foi executado em uma estufa usada no cozimento do *bacon*, em um frigorífico, localizado na região oeste do Paraná, especializado no abate e industrialização de carne suína.

Esse projeto tem o objetivo de realizar a automação de uma estufa para o cozimento do *bacon*. Foi instalado um *Soft Starter* para controlar a tensão aplicada ao motor principal na partida da estufa, também foi elaborada a programação e a instalação de um Controlador Lógico Programável a fim de controlar os processos de cozimento, de renovação de ar, da chaminé, entrada de fumaça e do choque térmico, processos que antes eram controlados manualmente por um funcionário. Além da automação, foram realizadas outras melhorias, como: painel elétrico novo, remoção de válvulas manuais por válvulas pneumáticas, instalação de atuadores pneumáticos para realizar um trabalho.

3.1 MELHORIAS NA ESTRUTURA DO EQUIPAMENTO

Como a estufa é um equipamento muito antigo, foram feitas algumas melhorias em sua parte estrutural, para facilitar a sua operação.

Foram instalados trilhos no piso da mesma para facilitar o carregamento e a descarga dos carrinhos. Foram trocadas as rampas de entrada dos carrinhos, que antes eram de concreto, por rampas de ferro facilitando a sua entrada.

Na parte de renovação de ar e da chaminé, Figuras 5 e 6 que antes eram abertas manualmente pelo operador, foram instalados cilindros pneumáticos (FESTO DSNU-20-50-PPVA) que são acionados por válvulas pneumáticas 5/2 vias (PARKER PVN3-5150-57B) que recebem um sinal vindo do Controlador Lógico Programável.



Figura 5 - Chaminé Fechada



Figura 6 - Chaminé Aberta

Além de melhorias em sua parte estrutural, foram realizadas algumas manutenções na estufa, como a troca dos rolamentos do eixo e do motor da turbina principal, troca de rolamentos do motor da chaminé, balanceamento e limpeza da

turbina principal e da chaminé, troca dos rolamentos do motor do balanço, como pode ser visto nas Figuras 7, 8 e 9:



Figura 7 - Motor e Turbina da Chaminé



Figura 8 - Turbina Eixo Principal



Figura 9 - Motor Principal

3.2 DESENVOLVIMENTO DO PROGRAMA

Para o desenvolvimento do programa foi necessário à utilização do *software JUMOIMAGO F3000* e instalado em um Controlador Lógico Programável *Jumo Imago F3000*. Na Figura 10 vê-se a estrutura de blocos do *Jumo Imago F3000*:

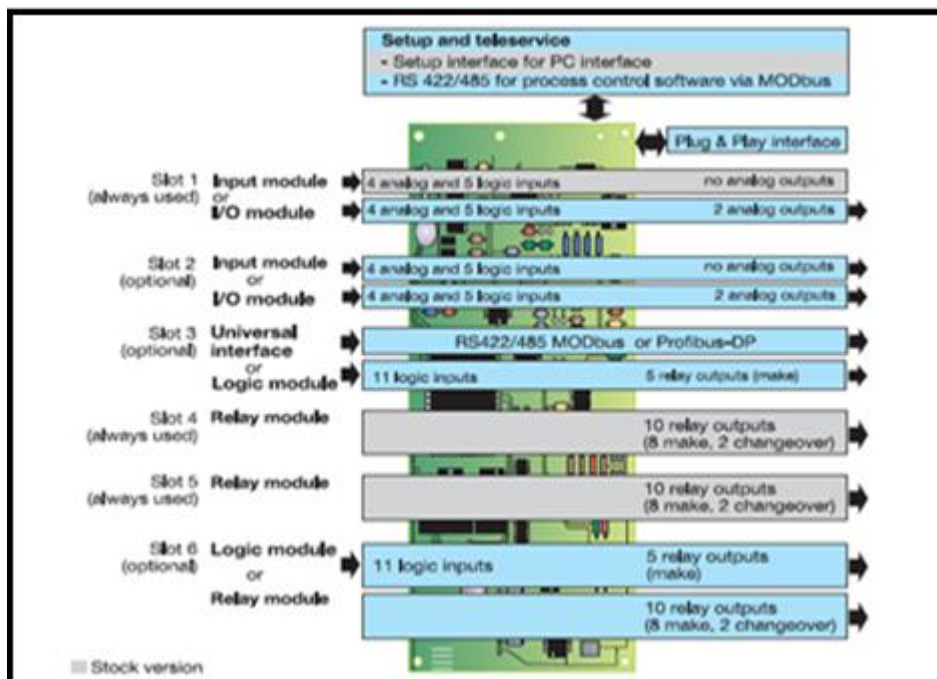


Figura 10 - Estrutura de Blocos *Jumo Imago F3000*
 FONTE: *JUMO* (2013).

Para o desenvolvimento do programa foram usadas 3 entradas analógicas., que estão situadas no *slot* 1, e também foram usados 9 relés de saída, que estão situados no *slot* 4, como mostra a Tabela 1 e as Figuras 10 e 11:

Tabela 1 - Entradas e Saídas do Controlador Lógico Programável

ENTRADAS ANALÓGICAS	SAÍDAS DE RELÉ
ENTRADA 1- SENSOR DA CÂMARA	RELÉ 1-VAPOR SECO
ENTRADA 2- SENSOR DA UMIDADE	RELÉ 2- VAPOR ÚMIDO
ENTRADA 3- SENSOR DO PRODUTO	RELÉ 3- CHOQUE TÉRMICO
-----	RELÉ 4- RESERVA
-----	RELÉ 5- MOTOR TURBINA/BALANÇO
-----	RELÉ 6- MOTOR EXAUSTOR
-----	RELÉ 7- CHAMINÉ
-----	RELÉ 8- RENOVAÇÃO DE AR
-----	RELÉ 9- SINALIZAÇÃO FUMAÇA





Analog input No.	1	2	3	4	Symbol
Thermocouple	1+ 3-	4+ 6-	7+ 9-	10+ 12-	
Resistance thermometer	1 (a) 2 (b) 3 (c)	4 (a) 5 (b) 6 (c)	7 (a) 8 (b) 9 (c)	10(a) 11(b) 12(c)	
Current input 0(4) — 20mA	2+ 3-	5+ 6-	8+ 9-	11+ 12-	
Voltage 0(2) — 10V	1+ 3-	4+ 6-	7+ 9-	10+ 12-	

Figura 11 - *Slot* 1 Entradas Analógicas do Controlador Lógico Programável
FONTE: JUMO (2013).

Relay output No.	1	2	3	4	5	Symbol
3A 230V	67 P 68 O 69 S	70 P 71 O 72 S	73 P 74 S	75 P 76 S	77 P 78 S	
Relay output No.	6	7	8	9	10	Symbol
3A 230V	79 P 80 S	81 P 82 S	83 P 84 S	85 P 86 S	87 P 88 S	

Figura 12 - Slot 4 Saídas a Relé do Controlador Lógico Programável
 FONTE: JUMO (2013).

Estes controladores são construídos para uma concepção modular e são adequados para o controle e regulação do cozimento de produtos. O instrumento pode armazenar até 99 programas e cada programa pode armazenar 99 processos. Para o programa do cozimento do *bacon* serão desenvolvidos 6 processos: secagem, defumação, cozimento seco, cozimento úmido, choque térmico e extração. Nas Figuras 13 a 17 são apresentadas as etapas de cada um dos processos usando o aplicativo *JUMO*:

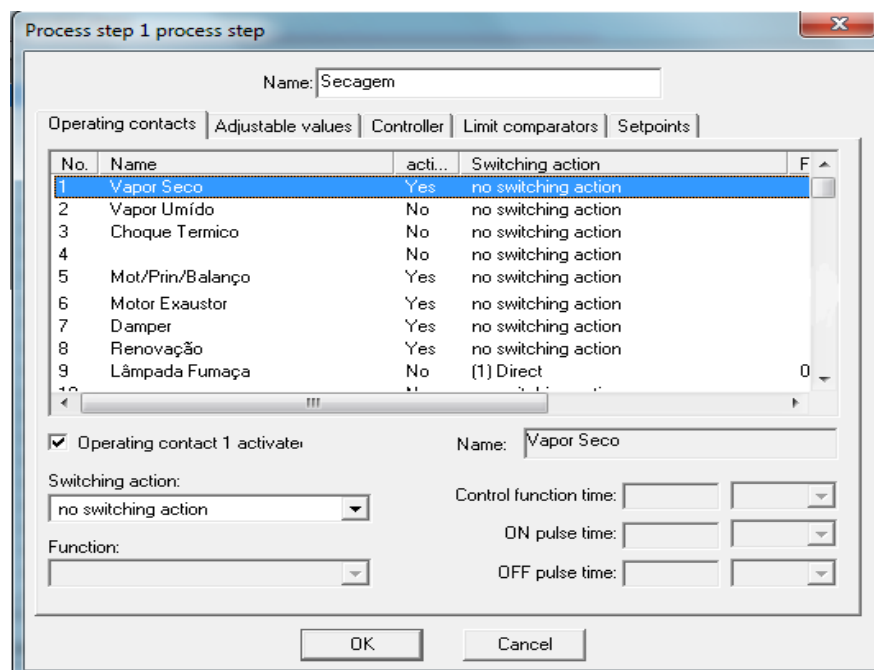


Figura 13 - Processo de Secagem

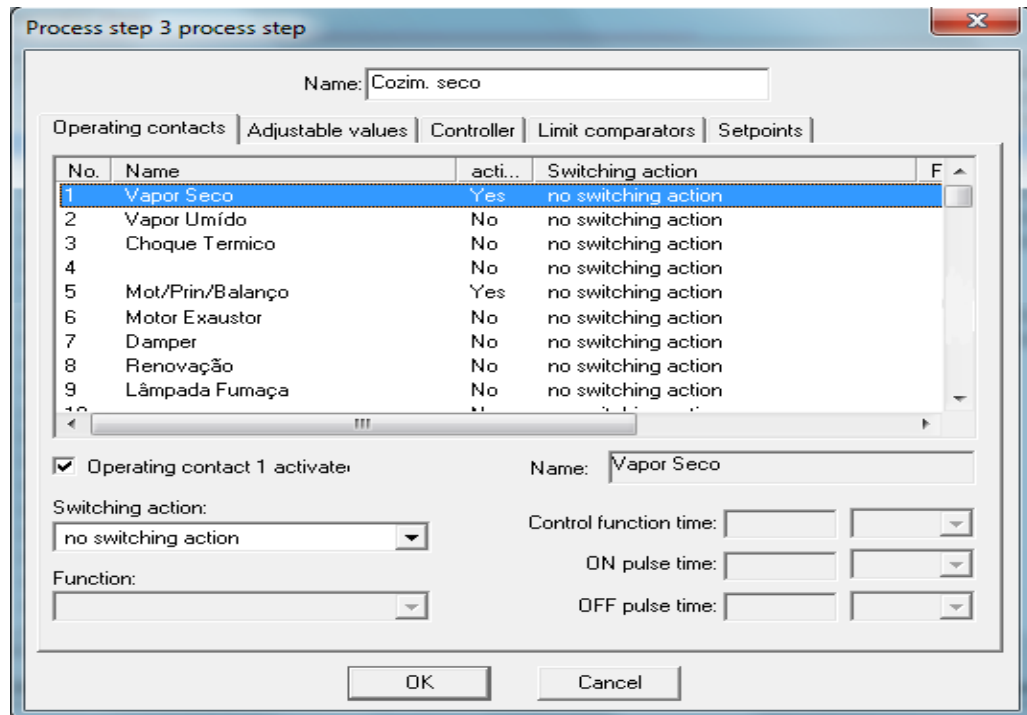


Figura 14 - Processo de Cozimento Seco

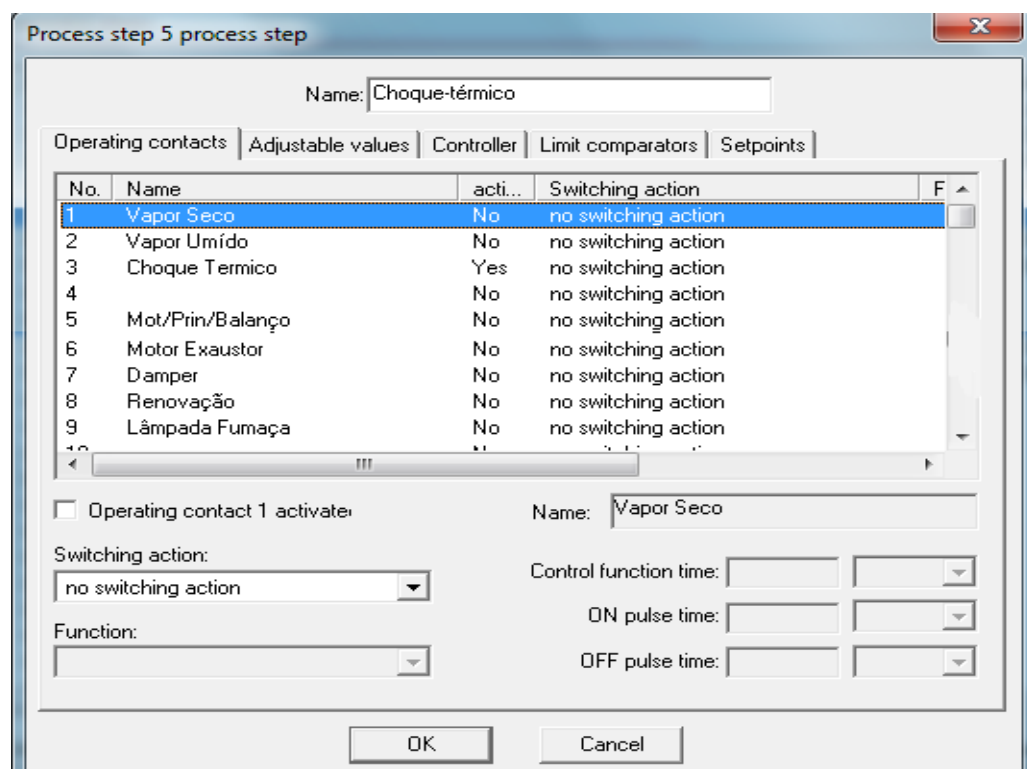


Figura 15 - Processo de Choque-Térmico

No processo de defumação Figura 16, o relé de saída 7, que aciona a chaminé tem a função de ficar 2 minutos ligado e 9 minutos desligado.

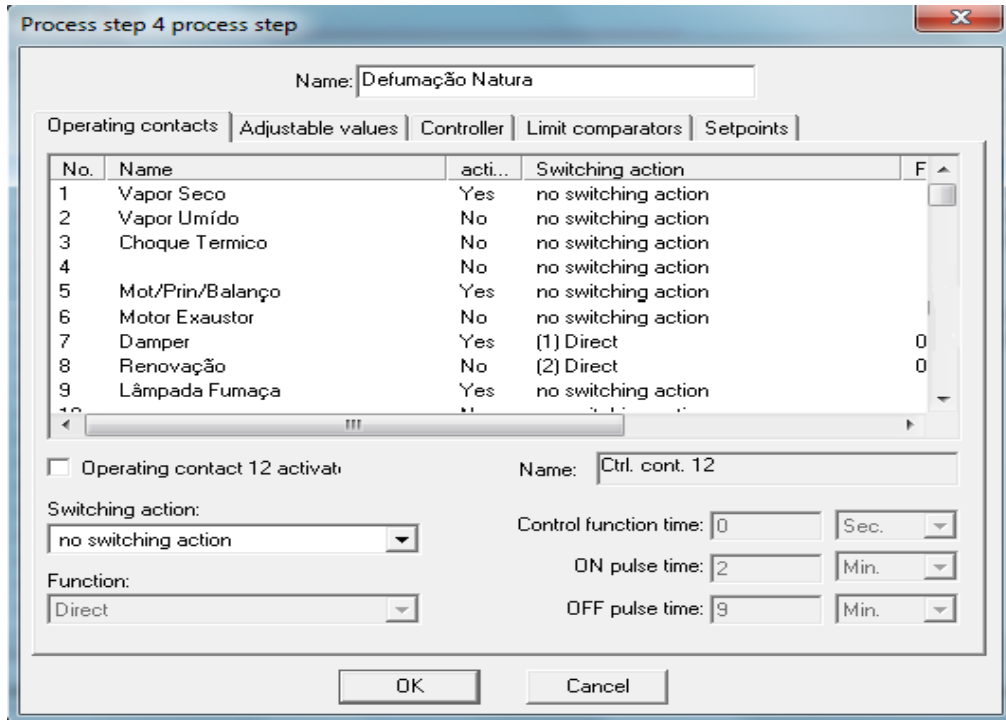


Figura 16 - Processo de Defumação Natural

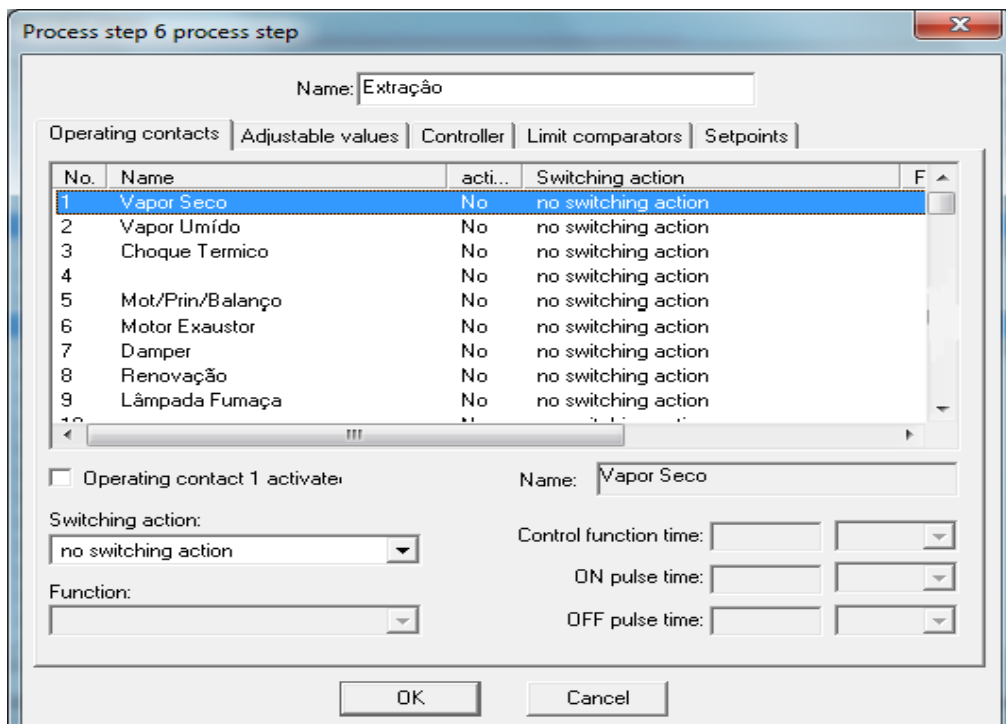


Figura 17 - Processo de Extração

Na Tabela 2 estão sendo mostrados os pontos de temperatura e tempo de cozimento para produção do *bacon*.

Tabela 2 - Pontos de Temperatura e Tempo de Cozimento

PROCESSO	°C	°C	°C	TEMPO
SECAGEM	70°C	0°C	0°C	01:00
DEFUMAÇÃO	80°C	0°C	0°C	01:00
DEFUMAÇÃO	85°C	0°C	0°C	01:00
SECAGEM	85°C	0°C	0°C	01:00
COZIMENTO	80°C	0°C	0°C	01:00
SECAGEM	80°C	0°C	0°C	01:00
COZIMENTO	80°C	0°C	72°C	00:00
CHOQUE	0°C	0°C	0°C	00:10
EXTRAÇÃO	0°C	0°C	0°C	00:06

3.3 INSTALAÇÃO DA *SOFT-STARTER* SSW-07

A *Soft-Starter* SSW-07 é desenvolvida para ser utilizada em sistemas industriais (Classe A). As conexões de controle (entradas digitais e saídas a relé) são feitas através dos bornes, como mostra a Figura 18:

Terminal	Descrição	Especificação	Corrente Nm
A1	Alimentação da Eletrônica	Tensão: 110 Vca a 240 Vca (-15 % a +10 %) (modelos de 17 A a 200 A), 110 Vca a 130 Vca ou 208 a 240 Vca	0,5
A2		(-15 % a +10 %) (modelos de 255 A a 412 A)	
⏚	Aterramento	Somente para os modelos 255 A a 412 A	
Terminal	Padrão de Fábrica	Especificação	
DI1	Aciona / Desaciona o motor	3 entradas digitais isoladas	
DI2	Reset de Erros	Tensão 110 Vca a 240 Vca (-15 % a +10 %)	
DI3	Reset de Erros	Corrente: 2 mA Máx.	
13	Saída a relé a - Operação	Capacidade dos contatos:	
14/23	Ponto Comum dos relés	Tensão: 250 Vca	
24	Saída relé 2 – Tensão Plena	Corrente: 1 A	



Figura 18 - Bornes de Controle da *Soft-Starter*
FONTE: WEG (2013).

A Figura 19 mostra o diagrama esquemático usado no acionamento do motor da estufa.

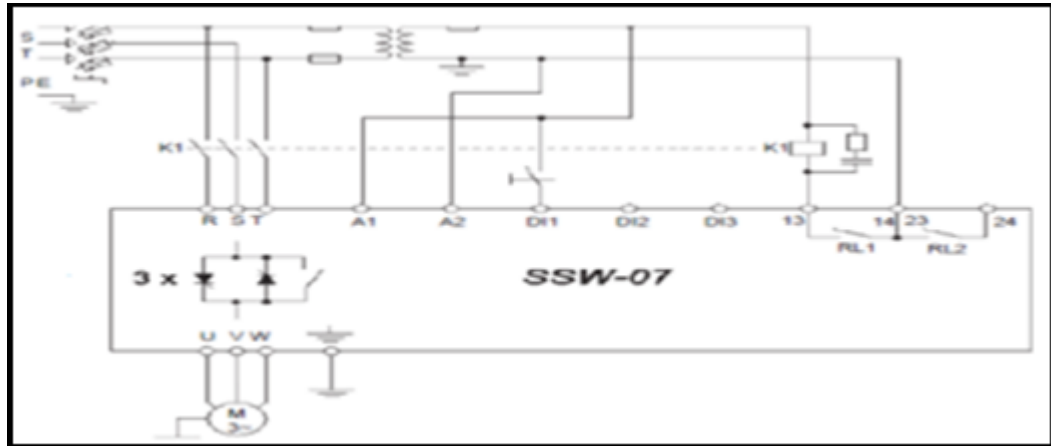


Figura 19 - Diagrama Esquemático Usado no Motor da Estufa
 FONTE: WEG (2013).

3.3.1 Ajuste do tipo de Controle

Para a partida do motor principal da estufa foi usada à partida com rampa de tensão, onde a *soft-starter* impõe a tensão aplicada ao motor. Este é o método mais comumente utilizado, pela facilidade de se programar e ajustar o mesmo como é mostrado na Figura 20:

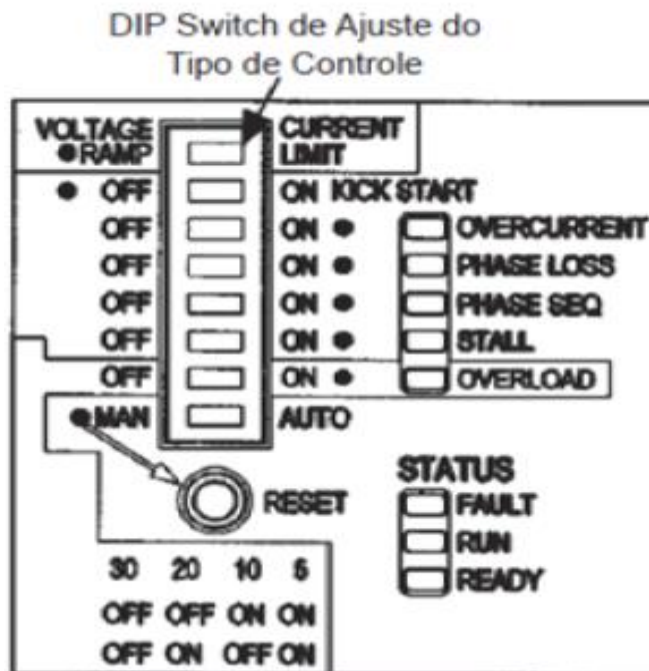


Figura 20 - Ajuste do Tipo de Controle
FONTE: WEG (2013).

3.3.2 Ajuste da Tensão Inicial

O potenciômetro *InitialVoltage* possui a função de ajuste da tensão inicial somente quando o tipo de controle estiver programado para partida com rampa de tensão.

Nesse potenciômetro deve-se ajustar o valor da tensão inicial para um valor em que comece a girar o motor acionado pela SSW-07, tão logo ela receberá o comando de acionamento como mostra a Figura 21:

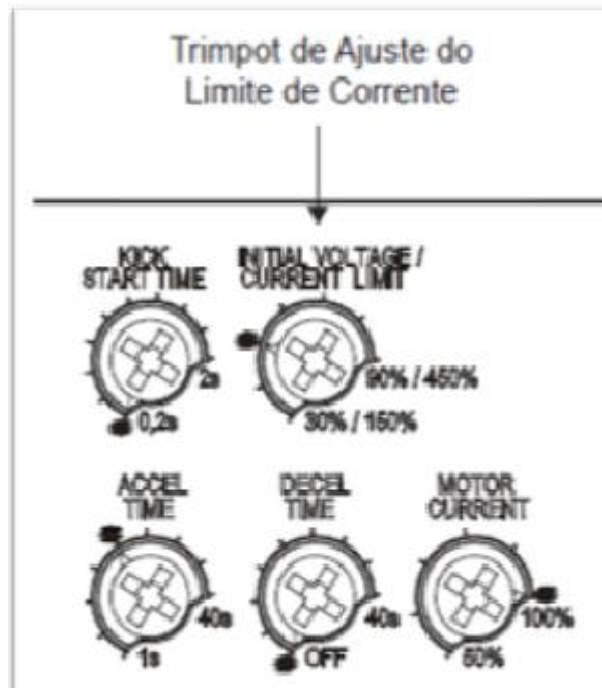


Figura 21 - Ajuste da Tensão Inicial
FONTE: WEG (2013).

3.3.3 Ajuste da Rampa de Aceleração

Quando a SSW-07 estiver programada com controle de rampa de tensão, este é o tempo da rampa de incremento de tensão.

O tempo de aceleração programado não é o tempo exato de aceleração, mas sim o tempo da rampa de tensão ou o tempo máximo para a partida, este tempo depende das características do motor e também da carga.

Para o motor usado na estufa o potenciômetro da rampa de aceleração foi ajustado em 15s como se vê na Figura 22:

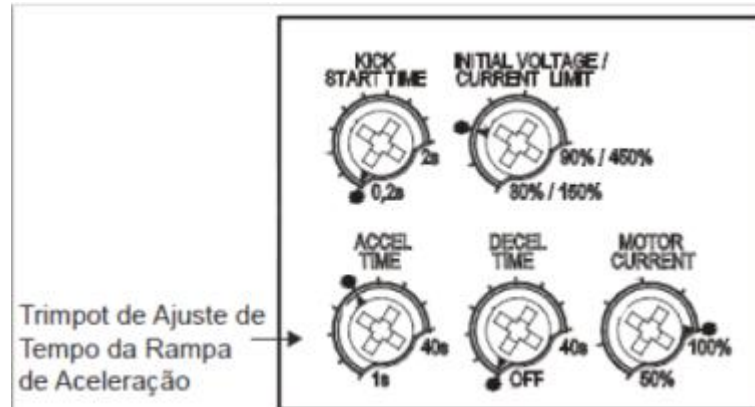


Figura 22 - Ajuste do Tempo da Rampa de Aceleração
 FONTE: WEG (2013).

3.3.4 Ajuste do Tempo da Rampa de Desaceleração

Esta função é utilizada para prolongar o tempo de desaceleração normal de uma carga e não para forçar um tempo menor que o imposto pela própria carga.

Ela habilita e ajusta o tempo da rampa de decremento de tensão, esse ajuste deve ser realizado para se conseguir um melhor resultado prático.

No motor usado na estufa o potenciômetro de rampa de desaceleração foi ajustado em 3s como se vê na Figura 23:

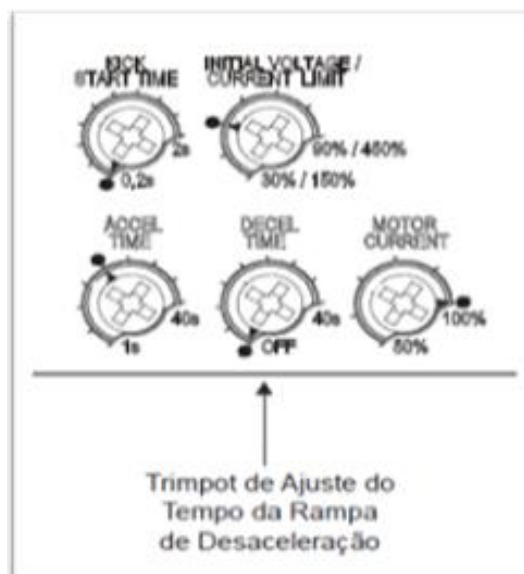


Figura 23 - Ajuste do Tempo da Rampa de Desaceleração
 FONTE: WEG (2013).

3.3.5 Ajuste da corrente do motor

Este ajuste define a relação de corrente da SSW-07 e do motor por ela acionado. Este valor é de extrema importância, pois é ele quem irá definir as proteções do motor acionado pela SSW-07.

O ajuste desta função interfere diretamente nas seguintes proteções do motor:

- Sobrecarga;
- Sobrecorrente;
- Rotor Bloqueado;
- Falta de Fase.

Potenciômetro de Ajuste da Corrente do Motor mostrado na Figura 24:

$$\text{Ajuste da Corrente do Motor} = \frac{I_{\text{Motor}}}{I_{\text{SSW07}}}$$

$$\text{Ajuste da Corrente do Motor} = \frac{42.8 \text{ Ampere}}{45 \text{ Ampere}}$$

$$\text{Ajuste da Corrente do Motor} = 0,9511$$

Portanto deve ser ajustado em 95 %

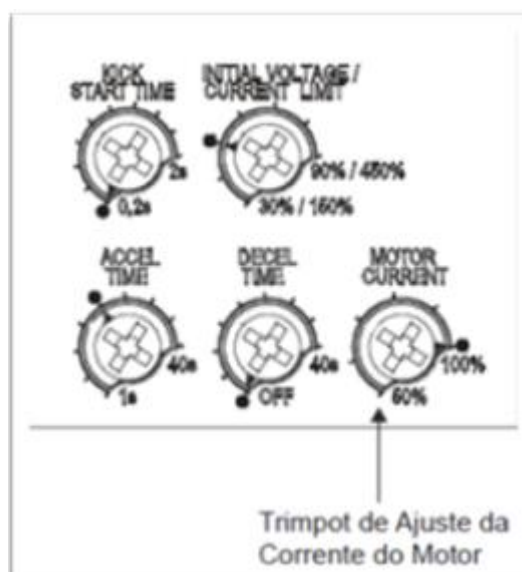


Figura 24 - Ajuste da Corrente do Motor
FONTE: WEG (2013).

3.4 MONTAGEM DO NOVO PAINEL ELÉTRICO

Primeiramente foram desenvolvidos os diagramas elétricos, mostrados nos apêndices A até G, em seguida começou a montagem do novo painel elétrico que substitui o antigo mostrado nas Figuras 25 e 26:

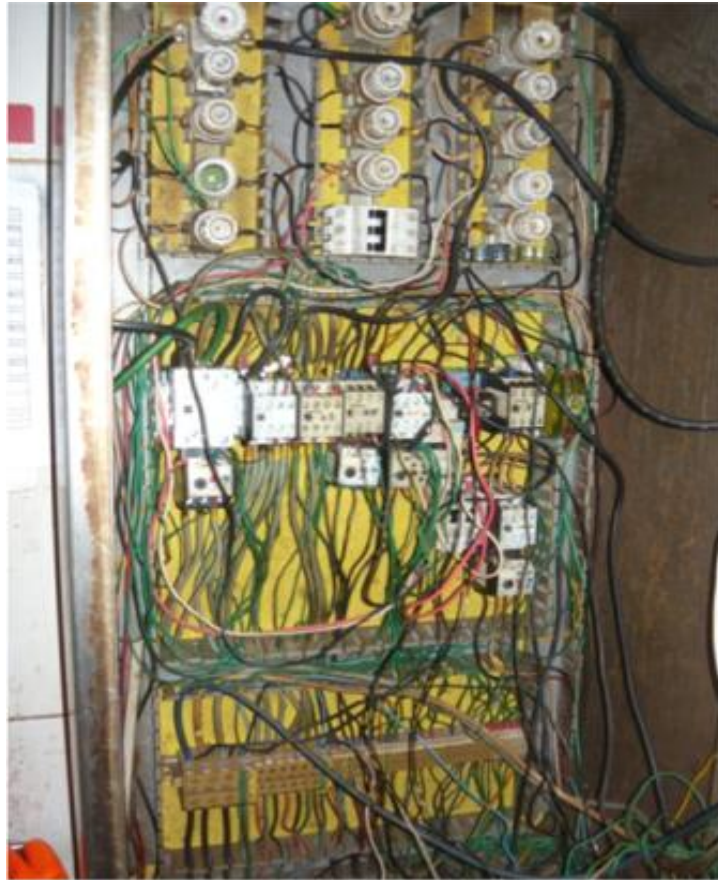


Figura 25 - Painel Elétrico Antigo



Figura 26 - Vista Frontal Externa do Painel Antigo

Para a montagem do novo quadro de comando mostrado nas Figuras 27, 28 e 29, foram necessários alguns componentes elétricos mostrados na Tabela 3.

Tabela 3 - Lista de Componentes Elétricos Usados

QUANTIDADE	DESCRIÇÃO
1	Controlador Lógico Programável <i>Jumo Imago F3000</i>
1	<i>Soft Starter Weg SSW-07</i>
1	Disjuntor Trifásico 70 Ampere Curva Tipo D Siemens
1	Disjuntor Monofásico 10 Ampere Curva Tipo B Siemens
1	Fonte Siemens 6EP1332-15H43
1	Disjuntor Motor Ajustável 36-45 Ampere 3RV1031-4GA10
1	Disjuntor Motor Ajustável 1,2-6 Ampere 3RV1021-1CA10
1	Disjuntor Motor Ajustável 0,7-1 Ampere 3RV1011-0JA10
1	Contatora Siemens 65 Ampere 3TF44
2	Contatora Siemens 21 Ampere 3TF40
10	Relé Modular de Interface Série 39EMR 2-6 Ampere

Todas as conexões devem possuir terminais para que a área de contato seja a melhor possível, evitando o mau funcionamento do equipamento e também o aquecimento dos cabos. Calhas devem ser colocadas no painel para a distribuição dos cabos entre os vários componentes.



Figura 27 - Montagem Painel Elétrico Novo



Figura 28 – Detalhe Interno do Novo Painel Elétrico



Figura 29 – Vista Frontal Externa do Novo Painel Elétrico

4. RESULTADOS OBTIDOS

Os resultados obtidos foram positivos em comparação ao desempenho anterior da estufa.

Aumentou-se o nível de segurança dos operadores, com a instalação das válvulas no acionamento da estufa, um aumento da confiabilidade, através da melhoria realizada onde ocorreu redução no tempo de manutenção, diminuiu-se o tempo de cozimento e foi possível produzir um produto com uma qualidade maior.

No gráfico 1 vê-se um comparativo de horas de manutenção por tipo de problema durante um período de três meses antes da automação e três meses depois da automação.

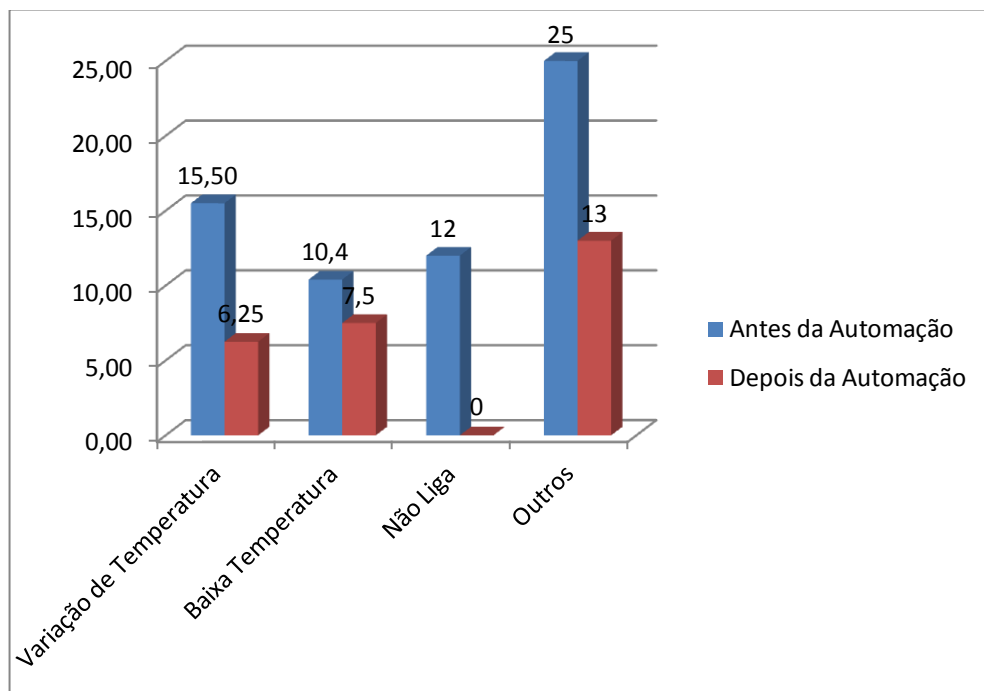


Gráfico 1 - Comparativo de Horas de Manutenção por Tipo de Problema

Foi realizado um estudo do tempo de cozimento do *bacon* durante seis meses, três antes da automação e três depois da automação como pode ser visto no gráfico 2:

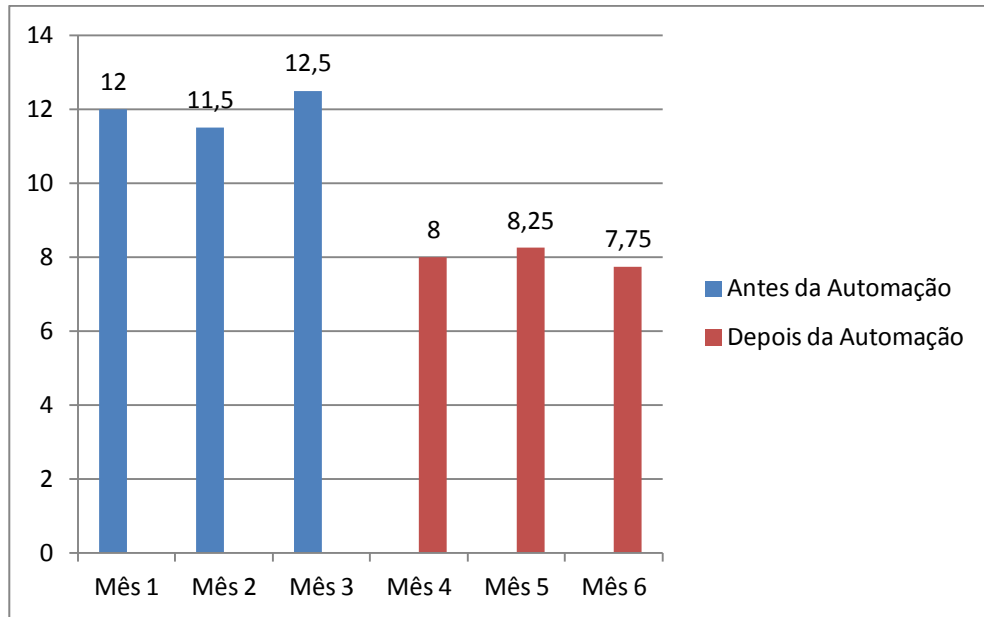


Gráfico 2 - Horas de Cozimento do Bacon

O gráfico 3 mostra o número de peças que são cozidas diariamente, mensalmente e anualmente aproximadamente, antes e depois da automação, o número de peças cozidas anualmente depois da automação é uma projeção em relação a quantidade mensal, pois a automação não faz um ano que está instalada no equipamento.

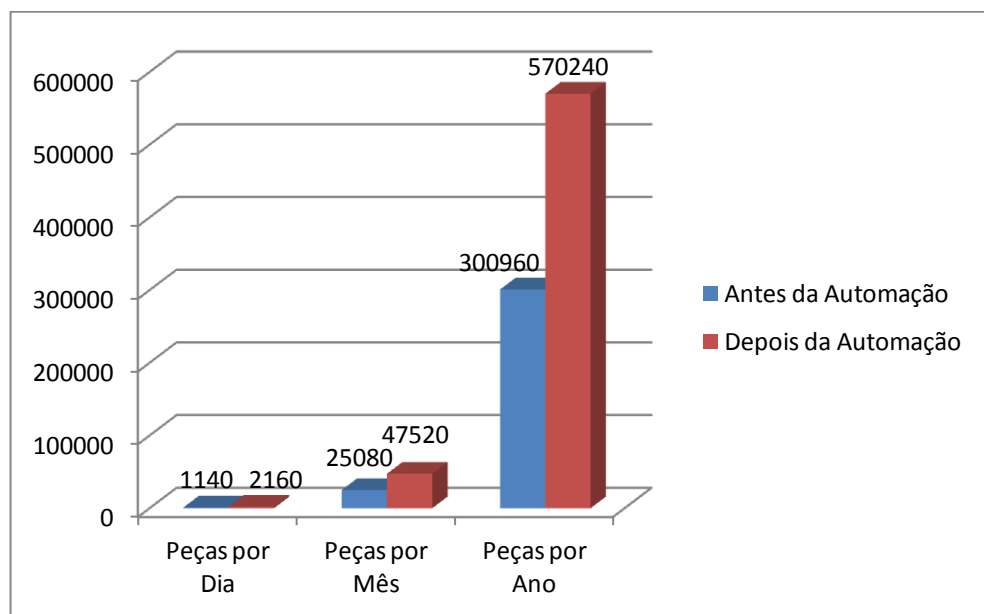


Gráfico 3 - Peças Cozidas

CONCLUSÃO

Os resultados obtidos no projeto de melhoria no processo de cozimento do *bacon* foram satisfatórios, com a instalação do *soft starter* e do Controlador Lógico Programável.

Após essas mudanças o produto final se tornou mais uniforme e de uma qualidade superior a de antes.

Sendo assim, o projeto de Melhoria no Processo de Cozimento do *Bacon* foi muito positivo, pois resultou num ganho de produção e uma melhoria na qualidade do produto.

REFERÊNCIAS

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Aprovar os Regulamentos Técnicos de Identidade e Qualidade de Patê, de *Bacon* ou Barriga Defumada e de Lombo Suíno. Instrução normativa nº21, de 31 de julho de 2000. **Diário Oficial**. Brasília, 2000. P. 12.

EJM. **Introdução ao CLP**. EJM, 2013. Disponível em: <http://www.ejm.com.br/download/Introducao%20CLP.pdf>
Acesso em 29 de Novembro 2013.

OLIVEIRA, Júlio César P. **Controlador Programável**. São Paulo: Ed Makron Books. 1993.

JUMO. **Programa de Instalação**. JUMO, 2013. Disponível em: <http://www.jumo.net/attachments/JUMO/attachmentdownload?id=3029>
Acesso em 20 de Novembro de 2013.

SIGHIERI, Luciano. **Controle Automático de Processos Industriais**. São Paulo: Ed Edgard Blucher LTDA 2ª ed. 1990.

SILVA, J. P.; GOMES DA SILVA, L. P.. Estudo e avaliação do consumidor de carne suína “in natura” e industrializada na microrregião de Guarabira. **Agropecuária Científica no Semiárido** v. 05, p 57-61, 2009.

SILVEIRA, Paulo Rogério Da. **Automação e Controle Discreto**. São Paulo: Ed. Érica 9ª. ed. 1998.

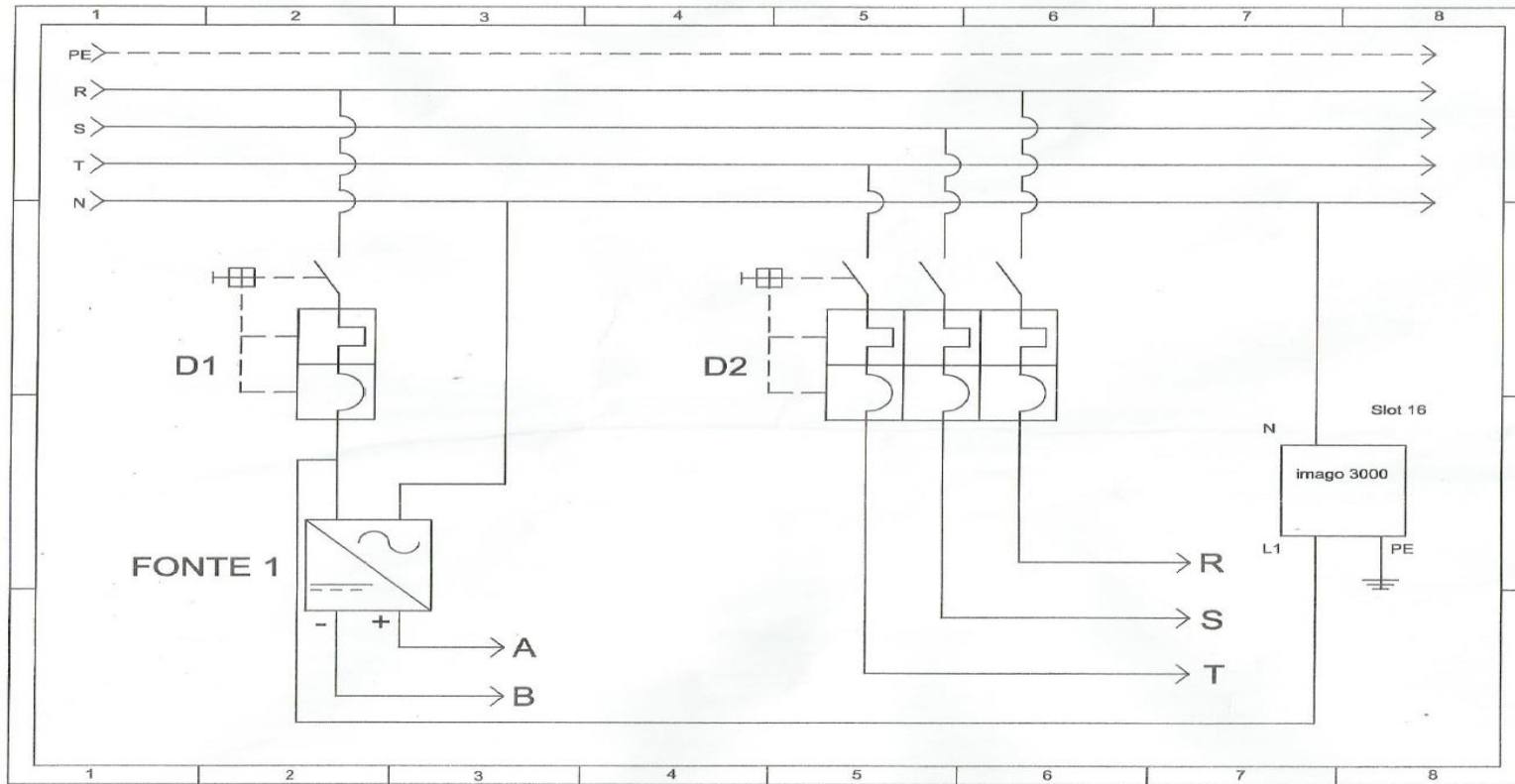
SOUZA, Alien Vlganô de. **Manutenção e Lubrificação de Equipamentos**, 2013. Disponível em: http://www.feb.unesp.br/jcandido/manutencao/Grupo_5.pdf
Acesso em 12 de novembro de 2013.

UNESP, Engenharia Elétrica. **Soft starter**. UNESP, 2013. Disponível em: <http://www.feis.unesp.br/Home/departamentos/engenhariaeletrica/softstarter.pdf>
Acesso em 18 de Novembro 2013.

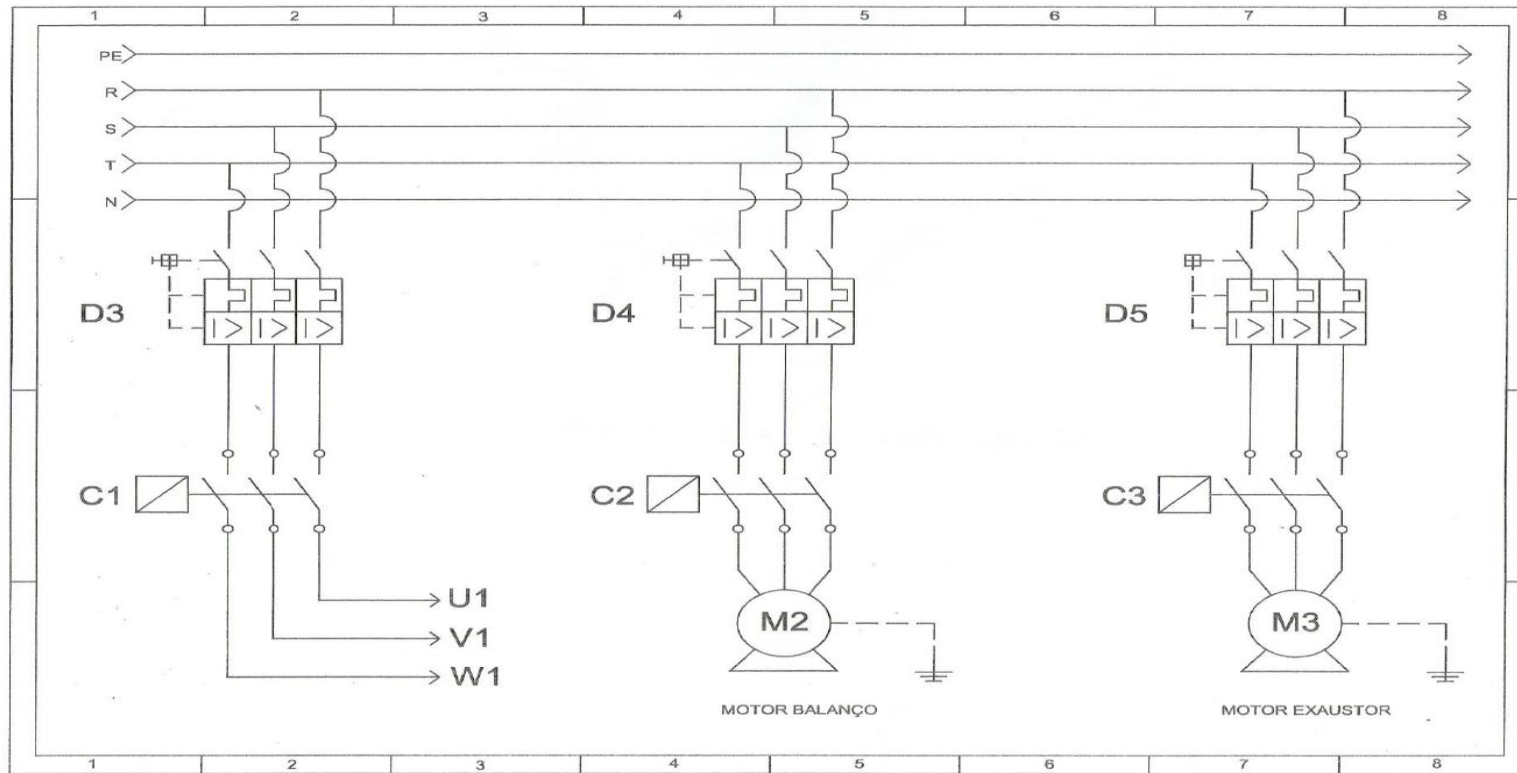
WEG INDÚSTRIAS LTDA CENTRO DE TREINAMENTO DE CLIENTES. **Produtos e Serviços**. WEG, 2013. Disponível em: <http://www.weg.net/br/Produtos-e-Servicos/Drives/Soft-Starters/SSW07>>.
Acesso em: 14 de novembro de 2013.

APÊNDICES

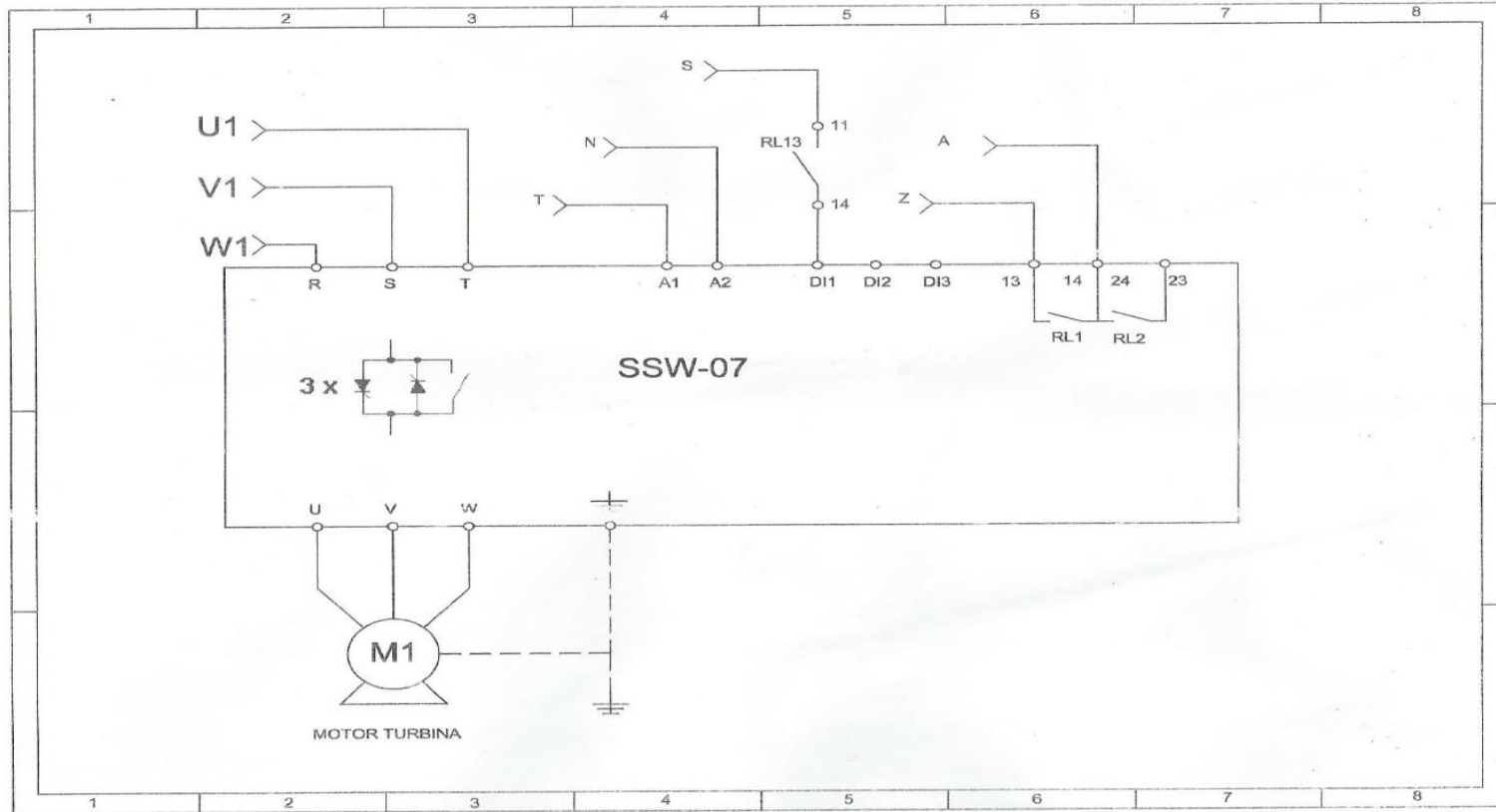
APÊNDICE A - Diagrama de Força do Painel Elétrico



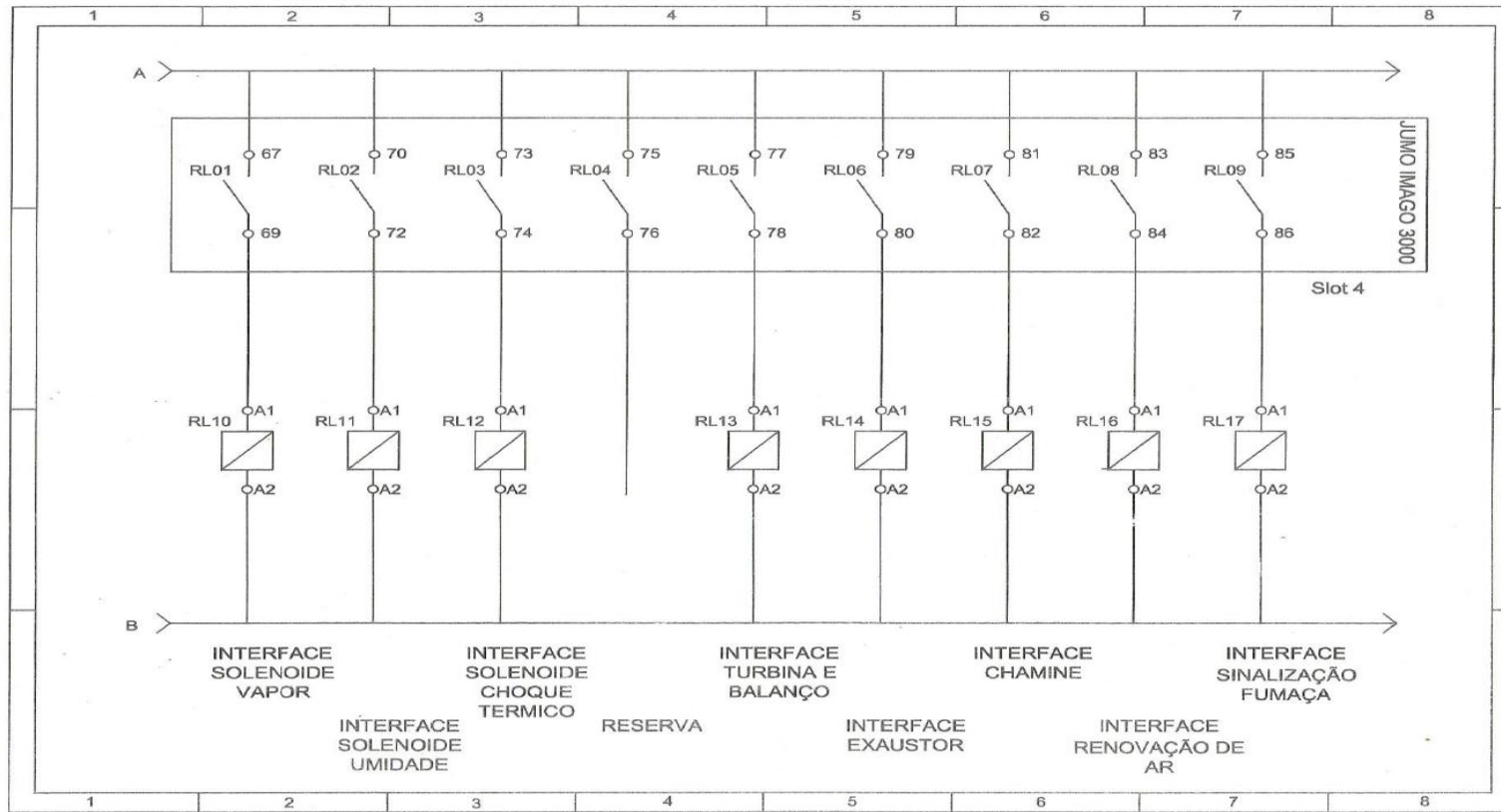
APÊNDICE B - Diagrama de Força do Painel Elétrico



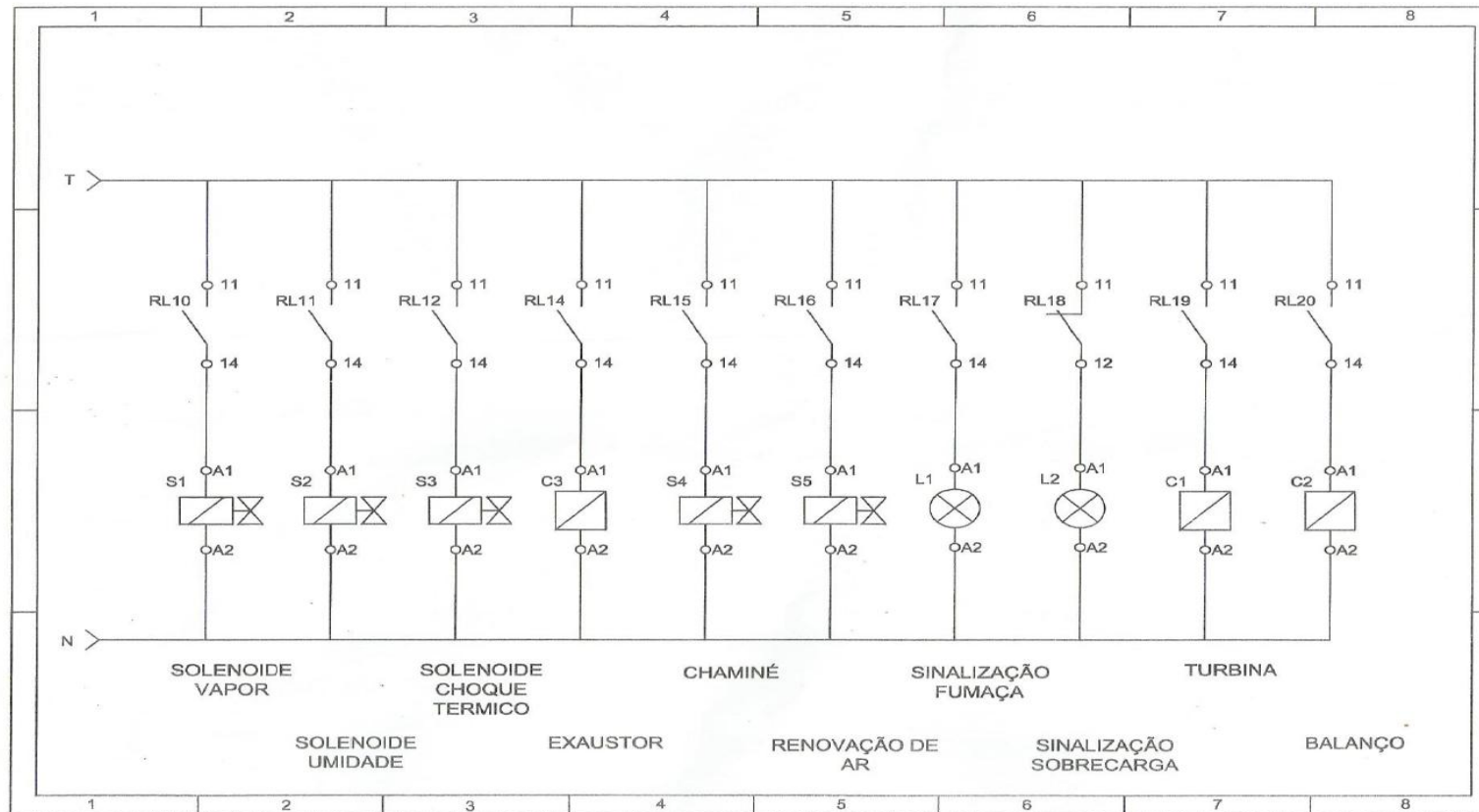
APÊNDICE C - Diagrama de Força do Painel Elétrico



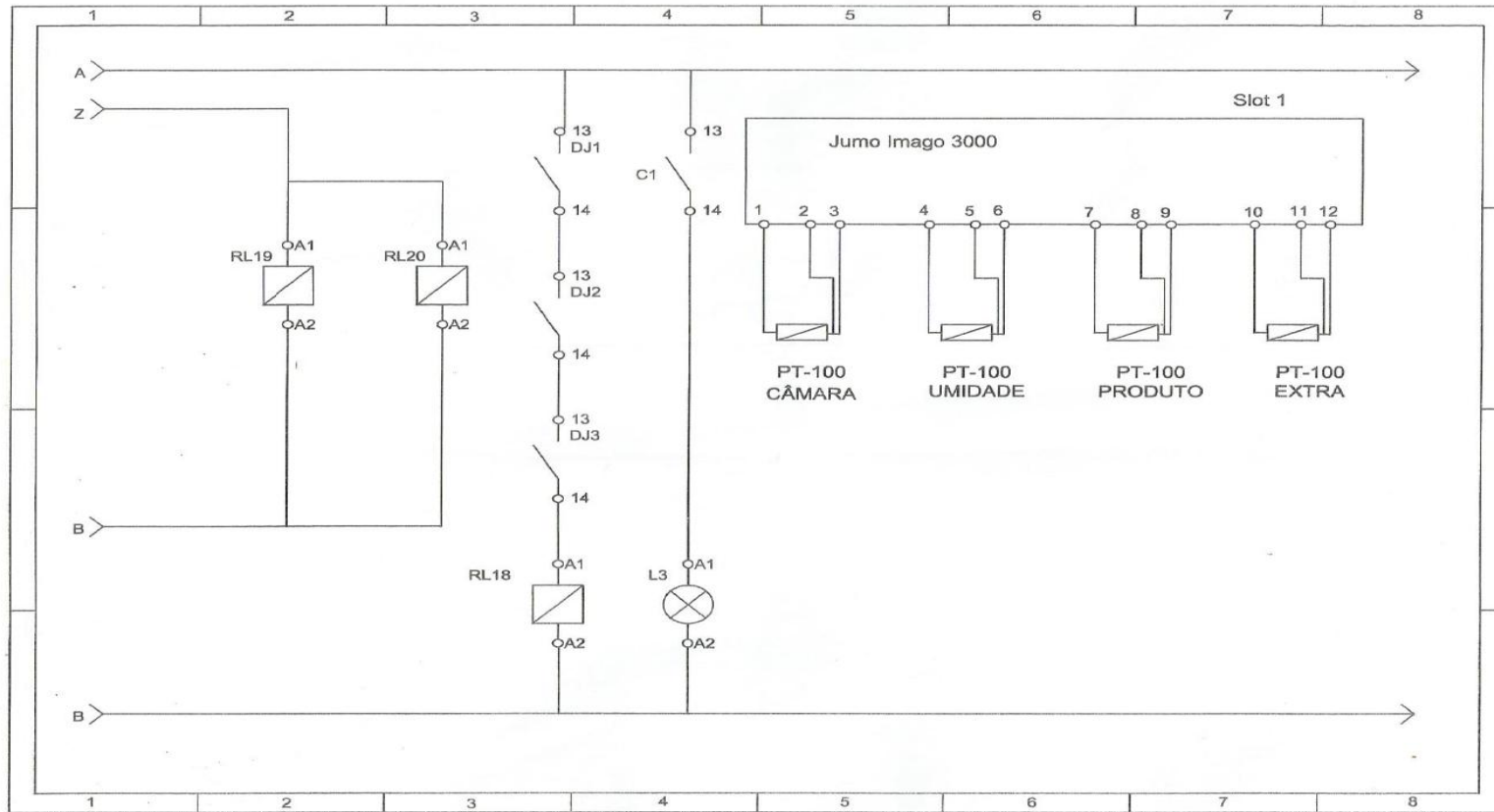
APÊNDICE D - Diagrama de Comando do Painel Elétrico



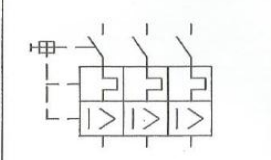
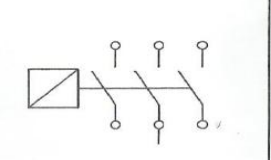
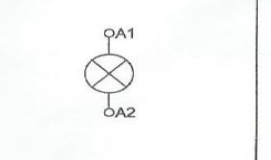
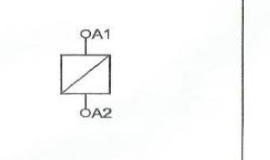
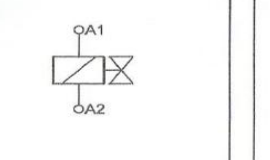
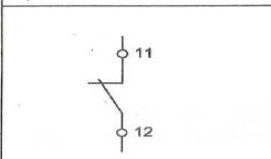
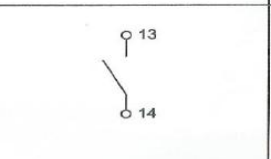
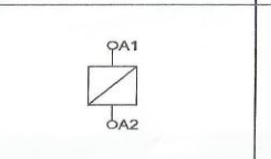
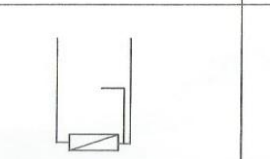
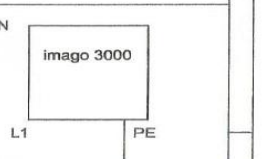
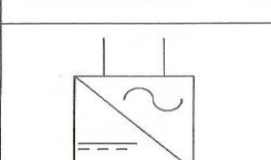
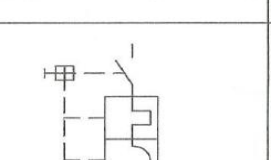
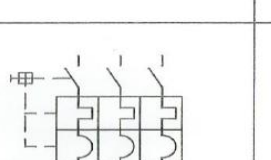
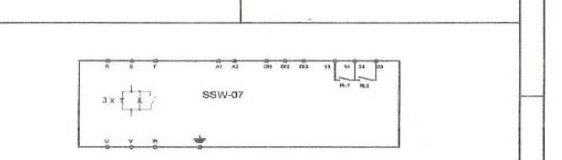
APÊNDICE E - Diagrama de Comando do Painel Elétrico



APÊNDICE F - Diagrama de Comando do Painel Elétrico



APÊNDICE G - Simbologia Empregada

1	2	3	4	5	6	7	8
 <p>Disjuntor Motor</p>	 <p>Contatora</p>	 <p>Lâmpada</p>	 <p>Contatora</p>	 <p>Válvula Solenoide</p>			
 <p>Contato NF</p>	 <p>Contato NA</p>	 <p>Relé de Interface</p>	 <p>PT 100</p>	 <p>Jumo Imago 3000</p>			
 <p>Fonte 24V</p>	 <p>Disjuntor Monofásico</p>	 <p>Disjuntor Trifásico</p>	 <p>Ligação SSW-07</p>				
1	2	3	4	5	6	7	8

ANEXOS

ANEXO A - Manutenção Preventiva- Rotina Mensal

PROCEDIMENTO DE MANUTENÇÃO E SEGURANÇA		OS: 155580				
		Conta: DEFUMA5069				
		DPTO: DSMEFRIG				
Nome da Tarefa: ROTINA MENSAL ESTUFA DEFUMADOS						
Ativo: SEST27001		ESTUFA FISHER DEFUMADOS				
Grupo: GRP ESTUFA		Área: 27-Defumados		Prioridade: Alta		
Tipo Desativação: Obrigatório		Causa: Preventiva		Tipo De Ativ: Rotina		
Etiqueta de Advertência: Não		Data Fixa: SIM		Atividade: ASROTMENEST03		
Programação Inicia: 23/11/2013 13:10		Termina: 23/11/2013 13:55		Número da Solicitação:		
Usuário Solicitante:		Email:		Fone:	Planejado: Sim	
Procedimento de Manutenção						
Operações: 10		DEPTO: DSMEFRIG		Conclusão: 23/11/2013 13:55		
Descrição: ROTINA MENSAL ESTUFA DEFUMADOS						
1- LUBRIFICAR ROLAMENTOS EIXO DA TURBINA; 2- VERIFICAR NIVEL OLEO DA CAIXA REDUTORA; 3- VERIFICAR CONDICÕES DAS CORREIAS DE TRANSMISSÃO DA TURBINA; 4- VERIFICAR SE HA VAZAMENTOS DE VAPOR NAS CONECCOES; 5- VERIFICAR CONTATOS E CONEXÃO DO SENSOR; 6- VERIFICAR BORRACHA DE VEDACAO DAS PORTAS.			APÓS PROCEDIMENTO <input type="checkbox"/> Não faltam elementos na máquina; <input type="checkbox"/> Não há resíduos de lubrificantes; <input type="checkbox"/> Recolheu peças danificadas e ferramentas; <input type="checkbox"/> Está em condições de entrega.			
			HIGIENIZAÇÃO <input type="checkbox"/> Após o término da manutenção comunicar o setor de higiene para efetuar limpeza adequada do(s) equipamento(s). Visto Higiene _____			
Materiais						
Item		Qtd Solicitada	Qtd Reservada	Qtd Utilizada		
Recursos						
Seq	Recurso	Funcionários	Taxa Utilização	UDM	Dt Inicial	Dt Final
10	Mão de obra eletromecanicos	1	0.75	H	23/11/2013 13:10	23/11/2013 13:55
Funcionário		Data	Hora de Início	Hora de Término	Horas de Máquina Parada	
		/ /	: :	: :	Data: / /	
		/ /	: :	: :	Hora	
		/ /	: :	: :	Início: : :	
		/ /	: :	: :	Total Hr: ;	
Tempo de Espera						
Código/Funcionário		Data	Hora de Início	Hora de Término		
		/ /	: :	: :		
		/ /	: :	: :		
		/ /	: :	: :		
		/ /	: :	: :		
Observações:						

Análise Preliminar De Riscos						
Riscos	Agente	Fonte Geradora	Efeitos	Recomendações De Segurança		
Termo de responsabilidade: Declaro que fui treinado, orientado e estou ciente de que devo seguir todos os procedimentos acima seguindo todas as recomendações.						
Nomes dos responsáveis pela tarefa: _____						
Assin. dos responsáveis pela tarefa: _____						
Visto Produção: _____						

ANEXO B - Manutenção Preventiva- Rotina Anual

PROCEDIMENTO DE MANUTENÇÃO E SEGURANÇA		OS: 170056				
		Conta: DEFUMA5069				
		DPTO: DSMEFRIG				
Nome da Tarefa: REVISAO ANUAL ESTUFA DEFUMADOS						
Ativo: SEST27001		ESTUFA FISHER DEFUMADOS				
Grupo: GRP ESTUFA	Área: 27-Defumados	Prioridade: Alta				
Tipo Desativação: Obrigatório	Causa: Preventiva	Tipo De Ativ: Revisar				
Etiqueta de Advertência: Não	Data Fixa: SIM	Atividade: ASREVANUEST03				
Programação Inicia: 04/03/2014 00:00	Termina: 04/03/2014 01:30	Número da Solicitação:				
Usuário Solicitante:	Email:	Fone:	Planejado: Sim			
Procedimento de Manutenção						
Operações: 10	DEPTO: DSMEFRIG	Conclusão: 04/03/2014 01:30				
Descrição: REVISAO ANUAL ESTUFA DEFUMADOS						
1- TROCAR ROLAMENTOS EIXO DA TURBINA. 01 ROLAMENTO 6310 C3 01 ROLAMENTO 6211 01 RETENTOR SABO 0459		APÓS PROCEDIMENTO <input type="checkbox"/> Não faltam elementos na máquina; <input type="checkbox"/> Não há resíduos de lubrificantes; <input type="checkbox"/> Recolheu peças danificadas e ferramentas; <input type="checkbox"/> Está em condições de entrega; <input type="checkbox"/> Os elementos de segurança do equipamento estão em conformidade(sensores, proteções mecânicas e botões de emergência) HIGIENIZAÇÃO <input type="checkbox"/> Após o término da manutenção comunicar o setor de higiene para efetuar limpeza adequada do(s) equipamento(s). Visto Higiene _____				
Materiais						
Item	Qtd Solicitada	Qtd Reservada	Qtd Utilizada			
Recursos						
Seq	Recurso	Funcionários	Taxa Utilização	UDM	Dt Inicial	Dt Final
10	Mão de obra eletromecânicos	2	3.00	H	04/03/2014 00:00	04/03/2014 01:30
Funcionário		Data	Hora de Início	Hora de Término	Horas de Máquina Parada	
_____		__/__/__	__:__	__:__	Data: __/__/__	
_____		__/__/__	__:__	__:__	Hora	
_____		__/__/__	__:__	__:__	Início:__:__	
_____		__/__/__	__:__	__:__	Total Hr:__:__	
Tempo de Espera						
Código/Funcionário		Data	Hora de Início	Hora de Término		
_____		__/__/__	__:__	__:__		
_____		__/__/__	__:__	__:__		
_____		__/__/__	__:__	__:__		
_____		__/__/__	__:__	__:__		
Observações: _____						

Análise Preliminar De Riscos						
Riscos	Agente	Fonte Geradora	Efeitos	Recomendações De Segurança		
Termo de responsabilidade: Declaro que fui treinado, orientado e estou ciente de que devo seguir todos os procedimentos acima seguindo todas as recomendações.						
Nomes dos responsáveis pela tarefa: _____						
Assin. dos responsáveis pela tarefa: _____						
Visto Produção: _____						