

UNIVERSIDADE LUTERANA DO BRASIL

IRINEU HERBETTA JUNIOR

**SISTEMA DE SOLDAGEM DE FILME DE POLIETILENO COM
TEMPERATURA CONTROLADA**

Canoas

2005

UNIVERSIDADE LUTERANA DO BRASIL

Curso de Engenharia Elétrica

IRINEU HERBETTA JUNIOR

**SISTEMA DE SOLDAGEM DE FILME DE POLIETILENO COM
TEMPERATURA CONTROLADA**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado como requisito para a
obtenção do grau de Engenheiro
Eletricista pela Universidade Luterana do
Brasil – Campus Canoas -Curso de
Engenharia Elétrica.

Orientador Professor Luis Fernando Espinosa Cocian

Canoas

2005

SISTEMA DE SOLDAGEM DE FILME DE POLIETILENO COM TEMPERATURA CONTROLADA

BANCA EXAMINADORA:

Orientador: Prof. Eng. Eletr. Luis Fernando Espinosa Cocian, ME.

Prof. Eng. Eletr. Augusto Alexandre Durganti de Mattos ME.

Prof. Eng. Eletr. Miriam Noemi Cáceres Villamayor ME.

Trabalho apresentado e aprovado em: 12-12-2005

Dedico este trabalho a toda minha família, que sempre me apoiaram e muito ajudaram a manter vivo este sonho de concluir um curso de Engenharia. A vocês que muitas vezes me convenceram a manter a chama acesa e lutar por um ideal. Esta ai conseguimos juntos.

AGRADECIMENTOS

Aos professores da Universidade Luterana do Brasil pelo estímulo, dedicação e esforço pessoal proporcionado, em especial ao meu orientador professor Cocian.

Aos colegas por inúmeras horas de convivência e troca de ensinamentos sempre de muita valia, e ao colega Nolvi Francisco Baggio Filho um agradecimento todo especial pelo apoio, orientação e ajuda na elaboração, testes e conclusão deste trabalho, um verdadeiro orientador.

A minha família pela compreensão, dedicação e apoio necessário para esta jornada, e por muitas horas ausente, principalmente com filhos distantes.

A Petroquímica Triunfo pela oportunidade do trabalho oferecido, aos colegas de trabalho que colaboraram em muitas etapas deste trabalho com suas valiosas sugestões.

A todos vocês, o meu reconhecimento e sincero agradecimento.

PREFÁCIO

Acredito que o objetivo principal de um aluno que ingressa no curso de Engenharia Elétrica, seja o de desenvolver a capacidade de analisar qualquer problema de forma simples e lógica e de aplicar, para a sua solução, alguns princípios básicos bem compreendidos.

Esta estratégia resulta em uma dedução mais concisa dos princípios fundamentais, tornando ainda, possível analisar muitos problemas que não poderiam ser facilmente resolvidos pelos métodos escolares usuais.

E pensando em um trabalho que pudesse abordar as mais diversas áreas estudadas no período acadêmico, assim como, satisfazer a uma necessidade de engenharia existente na Companhia a qual trabalho, que consegui conciliar, estes ensinamentos com experiência profissional, desenvolvendo um sistema que atendeu em gênero e número as minhas expectativas.

O trabalho apresentado foi dividido em varias etapas, cada qual consistindo de uma ou mais seções, as quais, relato as situações de definições de escolha,

ensaios, preparação, montagem e testes. Preocupado também com o máximo entendimento deste trabalho apresento inúmeras ilustrações reais do sistema.

Muitas foram e eram previstas quando iniciei este trabalho, as dificuldades para torná-lo real, entretanto felizmente nunca estamos sozinhos, e com a ajuda do meu orientador, de professores, colegas de trabalho e colegas de curso, estou concluindo este sistema proposto. A todos que me ajudaram e me apoiaram os meus agradecimentos.

RESUMO

O presente trabalho trata do desenvolvimento de um sistema de solda em filmes plásticos, aplicados no empacotamento de uma pilha de sacos envolvidos por um filme de polietileno. O sistema inclui um conjunto de resistências aquecidas, uma válvula solenóide, um sensor indutivo acoplado ao sistema indica a aproximação das resistências no palete. Este conjunto é controlado por um sistema microprocessado encarregado de todo controle.

Palavras chaves: resistências; solda de filme de polietileno; controle de solda.

ABSTRACT

The present work present the development of a weld system, applied to weld an untied tip of plastic films, remain in the process to involved polyethylene film in a stack of bags. For this it includes a set of warm resistance, a solenoid valve used to journey the pneumatic piston, this piston puts into motion the resistance in direction to pallets. All of this set is controlled by a micro processed system.

Words keys: resistance, polyethylene film; weld control system

LISTAS DE FIGURAS

Figura 1.1 – Detalhe do filme solto junto ao palete.....	16
Figura 1.2 – Transporte dos paletes	17
Figura 2.1 – Calibração do LM35 relacionando temperatura e tensão.....	23
Figura 2.2 – Diagrama esquemático de um cilindro de potência.....	25
Figura 3.1 – Resistência reta junto ao palete.....	28
Figura 3.2 – Conjunto de resistências articuladas.(a) Detalhe do projeto de montagem do bloco; (b) Detalhe do conjunto montado com os 4 blocos.....	29
Figura 3.3.a – Resistências Articuladas em contato com o palete.....	30
Figura 3.3.b – Destaque da flexibilidade, para a solda, adquirida com as resistências articuladas.....	31
Figura 3.4 – Vista Geral da Máquina de testes de solda.....	32
Figura 3.4.a – Identificação das partes da maquina de solda.....	36
Figura 3.5 – Máquina de soldagem, destacando as barras de aquecimento....	36
Figura 3.6 – Vista, em destaque, dos grampos que prende o filme a ser soldado.....	37
Figura 3.7 – Banco de transformadores (110 AC – 15 AC) acoplados no sistema.....	43
Figura 3.8 – Vista da medição quando atingido o ponto ideal para a solda. (a) destaque para o voltímetro e amperímetro; (b) destaque para a medição de temperatura.....	44
Figura 3.9 – Detalhe do filme soldado à temperatura de 120° C em 4 segundos.....	45
Figura 3.10 – Filme de armalom sobre as resistências.....	46

Figura 3.11 – No destaque, o bloco com o filme de armalom, entre as resistências e a placa de material fenólico.....	46
Figura 3.12 – Visualização do sistema de acionamento do pistão pneumático	47
Figura 3.13 - Detalhe do pistão pneumático.....	48
Figura 3.14 – Informações básicas das características do PIC 16F877. Disponibilizadas no datasheet do componente.....	50
Figura 3.15 – Vista de topo do <i>sistema</i> microprocessado montado.....	51
Figura 3.16 - Esquemático montado para o PIC 16F877.....	52
Figura 3.17 – Vista da estrutura de madeira (palete) que serve de sustentação para os sacos de polietileno.....	53
Figura 3.18 – Vista da distribuição dos sacos de polietileno sobre um palete.....	54
Figura 3.19 – Vista geral da máquina <i>Top Sheet</i>	55
Figura 3.20 – Destaque para os sensores (a)óptico e (b)indutivo, acoplados ao processo de controle.....	56
Figura 3.21 – Detalhe do filme de cobertura sendo cortado.....	57
Figura 3.22 – Vista da máquina de <i>Stretch</i>	58
Figura 3.23 – Destaque da vassoura que acomoda o filme em torno do bloco.	58
Figura 3.24 - Vista do equipamento montado para efetuar a solda.....	59
Figura 3.25 – Pistão pneumático de acionamento das resistências elétricas...	60
Figura 3.26 – Ilustração do processo geral.....	60
Figura 4.1 – Destaque do sensor indutivo colocado no último rolete da esteira.....	62
Figura 4.2 – Destaque do sensor micro <i>switch</i> indicando fim de curso do pistão pneumático.....	62
Figura 4.3 – Destaque do sensor de temperatura LM 35 acoplado nas resistências.....	63
Figura 4.4 – Destaque do sensor indutivo identificando a adequada aproximação do bloco de resistências no filme de polietileno.....	63
Figura 4.5 – Vista do <i>sistema</i> microprocessada, utilizado para controle do processo.....	66

LISTA DE TABELAS

Tabela 3.1 – Dados adquiridos durante ensaio de soldagem.....	40
Tabela 3.2 – Tempo e temperatura oriunda de ensaios direcionados.....	43

LISTA DOS GRÁFICOS

Gráfico 3.1 - dados adquirido durante ensaios com força média variando a temperatura e mantendo o tempo.....	40
Gráfico 3.2 - dados adquirido durante ensaios com força máxima variando a temperatura e mantendo o tempo.....	41
Gráfico 3.3 - dados adquirido durante ensaios comparando com força média e máxima variando a temperatura e mantendo o tempo.....	41

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	15
1.1 APRESENTAÇÃO.....	15
1.2 OBJETIVOS.....	17
1.2.1 Objetivo Geral.....	17
1.2.2 Objetivos Específicos.....	18
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	19
2.1 TRANSDUTORES.....	19
2.1.1 Fundamentos de Transdutores Sensores.....	19
2.1.2 Aspectos desejados num Transdutor Sensor.....	20
2.1.3 Princípio de Transdução em Sensores.....	21
2.2 Elementos de Transdução Indutiva.....	21
2.3 Sensor de Temperatura LM35.....	22
2.4 Sistema Pneumático.....	24
2.5 Resistência de Níquel Cromo.....	25
3 METODOLOGIA.....	26
3.1 ESCOLHA DA RESISTÊNCIA UTILIZADA.....	26
3.1.1 Resistência Reta.....	27
3.1.2 Resistências Articuladas.....	28
3.2 TESTE DO PONTO DE SOLDA.....	31
3.2.1 Descrição do Ensaio.....	32
3.2.2 Descrição Detalhada de Manuseio, Testes e Leitura de Resultados da Máquina de Solda	33
3.2.2.1 Identificação das Partes da Máquina de Testes de Solda.....	34
3.2.2.2 O Processo de Solda.....	35
3.2.3 Ensaio de Tensão e Corrente Elétrica.....	42
3.3 ESCOLHA DO PISTÃO PNEUMÁTICO.....	47
3.4 O SISTEMA ELETRÔNICO.....	48
3.4.1 O PIC 16F877.....	49
3.4.1.1 O Sistema Microprocessado.....	51
3.5 DESCRIÇÃO DO FUNCIONAMENTO GERAL.....	53
3.5.1 Formação dos Paletes com Sacos de Polietileno.....	53

3.5.2 O Filme de Cobertura.....	55
3.5.3 O Filme de Envoltória.....	57
3.5.4 Solda do Filme de Polietileno.....	59
4 RESULTADOS E CONCLUSÕES.....	61
4.1 SENSORES DA ESTRUTURA FÍSICA PARA A SOLDA.....	61
4.2 FUNCIONALIDADE DO PROGRAMA DE CONTROLE INTEGRADO COM SENSORES.....	64
4.3 FLUXOGRAMA A SER RESPEITADO NA PROGRAMAÇÃO.....	66
CONCLUSÕES.....	68
REFERÊNCIAS.....	70
APÊNDICE 1.....	72
APÊNDICE 2.....	73
ANEXO A: PROGRAMA DESENVOLVIDO EM LINGUAGEM “C” PARA MICRO CONTROLADOR PIC, COM A FINALIDADE DE CONTROLAR O PROCESSO DE SOLDAGEM.....	74

1 INTRODUÇÃO

1.1 APRESENTAÇÃO

Após as fases de transformação do gás eteno em polietileno, o mesmo é empacotado em sacos de 25 kg e montado em paletes com 55 sacos, este procedimento recebe o nome de paletização, que nada mais é do que a formação destas camadas de sacos. Para facilitar o armazenamento e transporte destes paletes, ele é envolvido por um filme de polietileno buscando maior resistência na pilha para não se desmanchar, principalmente em fase de transporte.

A máquina que envolve este filme nos paletes é conhecida como *stretch* e após envolver os paletes com as cinco camadas de filme de polietileno, este é cortado com um sistema de fio aquecido, e sai para ser transportado.

O filme que envolve este paleta quando cortado, fica solto, fato que gera uma série de reclamações de usuários que transportam estes paletes em empilhadeiras, e principalmente de clientes que têm se demonstrado muito insatisfeitos por receber os paletes com o filme solto, e conseqüentemente menos resistência na formação das pilhas de sacos.

Tendo em vista este problema apresentado no processo produtivo, o presente trabalho, mostra o desenvolvimento de um sistema que minimiza ou

resolve os problemas gerados pelas pontas soltas no empacotamento como visto na figura 1.1.



Figura 1.1 - Detalhe do filme solto junto ao palete.

Fica assim caracterizado que o procedimento se realize atendendo as condições mínimas necessárias para ter um resultado ótimo. A ponta do filme que envolve os sacos no palete deve ser soldado em suas duas ultimas camadas, não atingindo as camadas inferiores. Caso esta solda atingir os sacos com polietileno, além de provocar uma abertura indesejada, podendo penetrar umidade e até mesmo a perda de produto, quando o cliente for retirar o filme poderá rasgar o saco em maior proporção, trazendo inúmeros transtornos e prejuízo. Devera também dar segurança e facilitar o seu transporte, como visualizado na figura 1.2.



Figura 1.2 – Transporte dos paletes.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo Geral

Analisar o funcionamento de um sistema de solda em filme de polietileno

Implementar uma solução para reduzir o numero de queixas de clientes com relação ao empacotamento do produto.

1.2.2 Objetivos Específicos

- 1) Produzir um sistema para soldar este filme de polietileno;
- 2) Utilizar processos eletrônicos para controle e viabilização de um processo produtivo;
- 3) Atender a uma demanda de reclamação de clientes e operários que trabalham diretamente com o transporte e armazenamento destes paletes.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 TRANSDUTORES

Transdutor é um dispositivo que converte um estímulo (grandeza física de entrada) em uma resposta (grandeza física de saída) proporcional, adequada à transferência de energia, medição ou processamento da informação. Em geral a grandeza física de saída é diferente da grandeza física de entrada[1].

2.1.1 Fundamentos de Transdutores Sensores

Um transdutor sensor é simplesmente um dispositivo que provê de uma saída utilizável, em resposta a um determinado fenômeno que está sendo medido.[1][2].

A descrição de um transdutor é geralmente baseada na maioria das considerações a seguir:

- O que se quer medir?

- Qual o princípio de operação da parte elétrica do transdutor sensor a qual origina as saídas?
- Que elementos no transdutor sensor responde diretamente ao fenômeno que se vai medir?
- Quais as características especiais importantes estão incorporadas aos transdutores?
- Quais são os valores máximos e mínimos que o transdutor sensor pode trabalhar e suportar?

2.1.2 Aspectos Desejados num Transdutor Sensor

As características desejáveis nos transdutores são:

- Deve interferir minimamente com as variáveis do processo ao monitorá-los;
- Proceder a conversão da informação de uma natureza para outra da forma mais fiel, repetitiva possível;
- Relação simples entre a entrada e a saída;
- Grandeza de saída na forma de sinal elétrico, ou variações de grandeza que modifiquem as propriedades elétricas ou magnéticas dos materiais;

- Pequena sensibilidade a entradas modificantes e interferentes;
- Transdutor sensor ideal:
- Não extrai energia do mensurado;
- Possui dimensão nula;
- Não possui massa;
- Não recebe energia de nenhuma fonte;
- Insensível a entradas modificantes e interferentes;
- Relação linear entre a entrada e a saída.[1][2].

2.1.3 Princípio de Transdução em Sensores

Geralmente os princípios físicos de operação de um transdutor são difíceis de identificar. Em geral, os transdutores sensores com saída elétrica podem aceitar uma entre os seguintes estímulos de entrada: mecânica, térmica, química e eletromagnética.[2]

2.2 ELEMENTOS DE TRANSDUÇÃO INDUTIVA

Converte a variação da grandeza em variação da alta indutância de uma única bobina. A indutância pode ser afetada pelo movimento de um núcleo

ferromagnético dentro da bobina, ou pela variação do fluxo magnético introduzida externamente num núcleo fixo. A indutância é dada pela relação “indutância é igual a n vezes a derivada do fluxo em função da corrente elétrica”. Pode-se alterar a derivada do fluxo variando-se a relutância do circuito magnético percorrido pelo fluxo, ou variar a área da sua seção transversal, ou ainda a permeabilidade magnética do meio.

A variação da permeabilidade magnética pode ser dada pela alteração da composição química de uma parte do percurso do fluxo, ou pela aplicação de tensão mecânica num material ferromagnético. O acoplamento indutivo entre duas ou mais bobinas pode ser alterado, variando-se a distancia entre elas, ou deslocando-se fisicamente o caminho do fluxo magnético. [1][2].

2.3 SENSOR DE TEMPERATURA LM35

A série LM35 são circuitos integrados de precisão, sensores de temperatura cuja tensão elétrica produzida é linearmente proporcional ao Celsius (°C). O LM35 tem uma vantagem em relação aos outros sensores de temperatura lineares calibrados em Kelvin, o usuário não precisa obter uma grande tensão constante e sua produção para obter a escala em graus Celsius conveniente. O LM35 não requer nenhuma calibração externa para obter precisões típicas. [5]

Especificações Técnicas do LM35:

- Calibrado diretamente em °C
- Linear + 10,0 mV/°C
- 0,5 °C de precisão
- Alcance de -55 °C a 155 °C
- Satisfatório para aplicações distantes
- Opera entre 4 a 30 volts
- Corrente de dreno menor que 60 uA
- Não linearidade típica de $\pm 1/4$ °C
- Baixa impedância de saída 0,1 ohm para carga de 1mA.[1]

A figura 2.1 mostra a calibração do sensor de temperatura, relacionando tensão elétrica com temperatura.

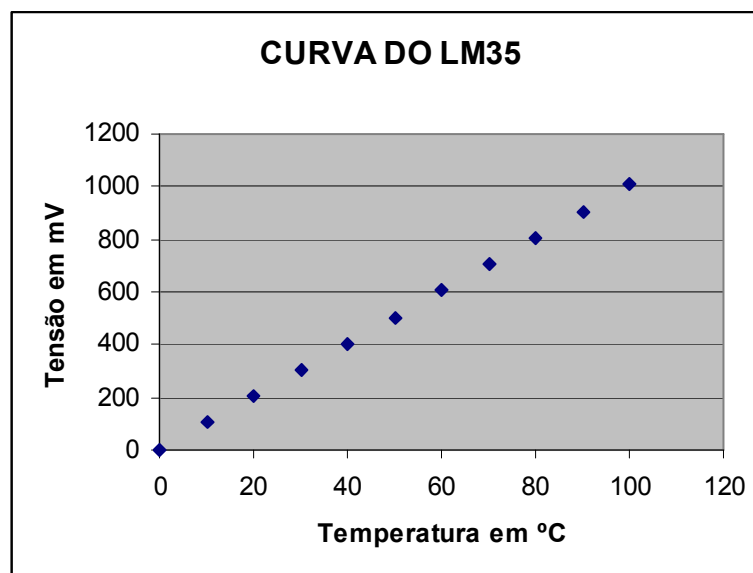


Figura 2.1 – Calibração do LM35 relacionando temperatura e tensão.

2.4 SISTEMA PNEUMÁTICO

Um sistema pneumático utiliza-se de ar atmosférico, onde este flui para a entrada de um compressor de ar. O compressor de ar aumenta a pressão do ar; na saída de descarga do compressor a pressão de ar pode ser de quase (90 PSI) 620528 Pa (“manométrica”) maior que a pressão atmosférica. O compressor de ar pode ser movido por um motor elétrico ou por um motor de combustão interna.

O uso do ar comprimido apresenta certas vantagens. Um dispositivo a ar não apresenta riscos de faíscas em atmosferas explosivas, é muito utilizado também em ambientes úmidos, para evitar os riscos de choque elétrico. A potência a ar comprimido, por exemplo, é o único tipo de potência utilizada em mineração. O ar é prontamente disponível, uma vez que o ar comprimido pode ser armazenado em um tanque para usos eventuais.

O cilindro é componente de um sistema pneumático que recebe o fluido, sob pressão, de uma linha de alimentação. No cilindro, o fluido atua sobre um pistão para realizar trabalho numa direção retilínea. O trabalho realizado é produto da pressão do fluido pela área do orifício do cilindro, como ilustrado na figura 2.2. A velocidade ou razão de realização de trabalho depende da quantidade de fluido distribuída para o cilindro.[3].

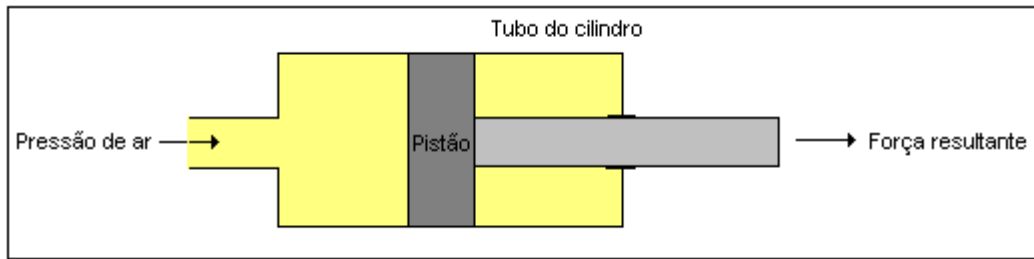


Figura 2.2 - Diagrama esquemático de um cilindro de potência.[4].

2.5 RESISTÊNCIAS DE NÍQUEL CROMO

As resistências de Níquel Cromo (NiCr), apresentam característica de aquecimento de até 1200 °C, quando utilizadas como resistências elétricas. Sua boa resistência mecânica a quente o indica para elementos instalados horizontalmente. É aplicado em uma série de aparelhos elétricos, eletrodomésticos, fornos industriais e estufas. [7]

3 METODOLOGIA

Para que o sistema possa apresentar um rendimento satisfatório, conciliando energia e tempo, torna-se fundamental a escolha do conjunto de resistências; adequando a um sistema para aproximar essas até o ponto de solda.

O melhor ponto de solda deste filme de polietileno, atendendo as exigências de operacionalidade, esta relacionado ao ajuste da temperatura ideal nas resistências de solda, o tempo que as resistências ficam em contato com o filme de polietileno, a corrente que deverá ser liberada pelo circuito eletrônico de potência para manter a temperatura desejada, e a interação com o intertravamento da máquina para poder parar e partir as esteiras durante o processo de solda, sem interferir nas condições atuais.

3.1 ESCOLHA DA RESISTÊNCIA DE AQUECIMENTO

A escolha da resistência do conjunto de solda iniciou com a pesquisa de qual seria o material mais adequado a ser utilizado.

Teve-se o cuidado de considerar a melhor condição de acomodação na superfície onde executara a solda, pois em função das camadas dos sacos de

polietileno estes podem formar uma superfície irregular, dificultando a área de contato do conjunto de resistências com o filme, ou seja, a forma física da resistência, como suas dimensões de largura, comprimento e suporte onde serão instaladas deverão ser pontos de decisão na escolha da mesma. Pensando nestas condições escolheu-se trabalhar com dois modelos diferentes: Resistência Reta e Resistência Articulada.

3.1.1 Resistência Reta

A idéia inicial é a de usar uma resistência reta revestida com armalom, que é um material com teflon em sua composição, semelhante a uma que já existe em uma máquina na companhia e mostra uma excelente condição de solda em polietileno.

Colocando junto ao palete onde será soldado a ponta do filme, percebeu-se que a área de soldagem é mínima, devido às ondulações que formam os sacos, impossibilitando que uma grande área seja soldada. Exercendo uma força maior nas pontas dos sacos podendo comprometer sua integridade.

Embora seja uma opção de solda utilizada não se obteria um bom resultado nesta aplicação. Conforme mostra a figura 3.1 não estaria-se tendo um máximo aproveitamento em área de solda, além de correr o risco de rasgar sacos de polietileno.



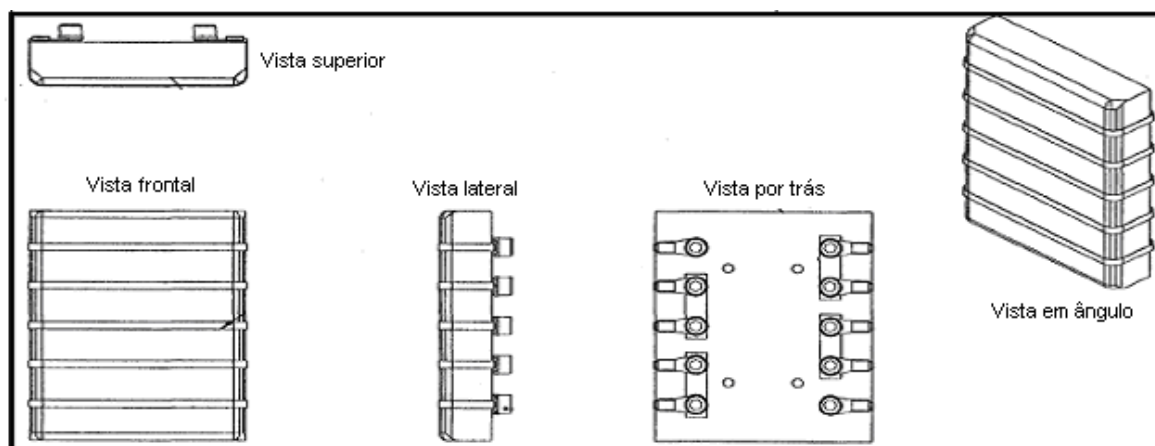
Figura 3.1 - Resistência reta junto ao palete.

3.1.2 Resistências Articuladas

Pensando nas condições físicas onde será realizado a solda no plástico, é testado um conjunto de resistências montadas em blocos, que deverão ser distribuídos de forma a serem articulados com ajuda de molas, cujo projeto é apresentado na figura 3.2.a e sua estrutura já montada é visualizada na figura 3.2.b.

Escolheu-se montar blocos de material fenólico que é um material resistente a alta temperatura e de boa resistência física, envolvidos por

resistências de níquel cromo, cada bloco possui cinco fios de resistências ligados em série. Para atingir quase toda extensão da largura do filme a ser soldado optou-se em montar quatro blocos e interligá-los em série, preso a uma chapa presos por molas facilitando a articulação dos módulos.



(a)



(b)

Figura 3.2 - Conjunto de resistências articuladas.(a) Detalhe do projeto de montagem do bloco; (b) Detalhe do conjunto montado com os 4 blocos.

Estas praticidades apresentadas, quanto ao deslizamento das resistências, fica claro quando se observa a figura 3.3.a, onde, apesar de manual, o processo de soldagem é apresentado.



Figura 3.3.a – Resistências Articuladas em contato com o palete.

O suporte, bem como os blocos de resistências foram confeccionados e testados em linha de produção, comprovando a adequação do sistema ao processo.

Comprovando a flexibilidade dada ao processo com o uso de suporte articulado com resistências elétricas, a figura 3.3.b apresenta o exato momento em que o conjunto encontra o bloco de sacos de polietileno, envolvido com o filme, dando destaque a geometria descrita para esta solda, onde as resistências se encaixa conforme o relevo do bloco.



Figura 3.3.b – destaque da flexibilidade, para a solda, adquirida com as resistências articuladas.

3.2 TESTE DO PONTO DE SOLDA

Levando em consideração a necessidade de obtenção do melhor ponto de temperatura para que solde duas folhas do filme de polietileno sem que atinja a terceira camada, realizaram-se testes, focado na determinação desse atributo.

Para isso contou-se com alguns profissionais do laboratório de controle de qualidade da Petroquímica Triunfo, onde se realizaram vários ensaios na máquina de teste de solda. Testes estes que variaram a temperatura até 120° C, valor este onde apresentou o melhor resultado, cujo métodos e passos do ensaio serão definidos a seguir.

3.2.1 Descrição do Ensaio

De posse de um saco, do mesmo que vai ser ensacado o polietileno e depois paletizados, coloca-se cinco camadas do filme de polietileno e corta-se amostras para serem soldadas na máquina de testes de solda.

A máquina de solda, apresentada na figura 3.4, foi pré-ajustado para soldar com um tempo de 4 segundos, pressão de cinco bar, e então passa a realizar vários ensaios variando a temperatura de solda, até atingir os 120 °C, valor este que mostrou ser o melhor ponto de solda.

Entretanto alguns ensaios não se mostraram satisfatórios, decide-se então baixar o tempo de solda para um segundo, e continuando com os ensaios é visto uma melhora na solda, agora repetindo vários ensaios os quais mostram todos satisfatório, a figura mostra a máquina de ensaio.



Figura 3.4 - Vista Geral da Máquina de testes de solda.

3.2.2 Descrição Detalhada de Manuseio, Testes e Leitura de Resultados da Máquina de Solda

A máquina onde realizou-se os testes para encontrar o ponto ideal da solda, utilizando amostras do filme que será utilizado para envolver os paletes e soldado, é uma Soldadora *Theller* modelo HT *Hot Tack Heatsealer*, fabricante *Dynisco Instruments*.

Este equipamento modelo HT é uma soldadora de laboratório de matriz quente, controlada por computador e indicada para determinar os comportamentos de resistência na solda, sob condições controladas e medidas precisas das condições de soldagem.

3.2.2.1 Identificação das Partes da Máquina de Testes de Solda

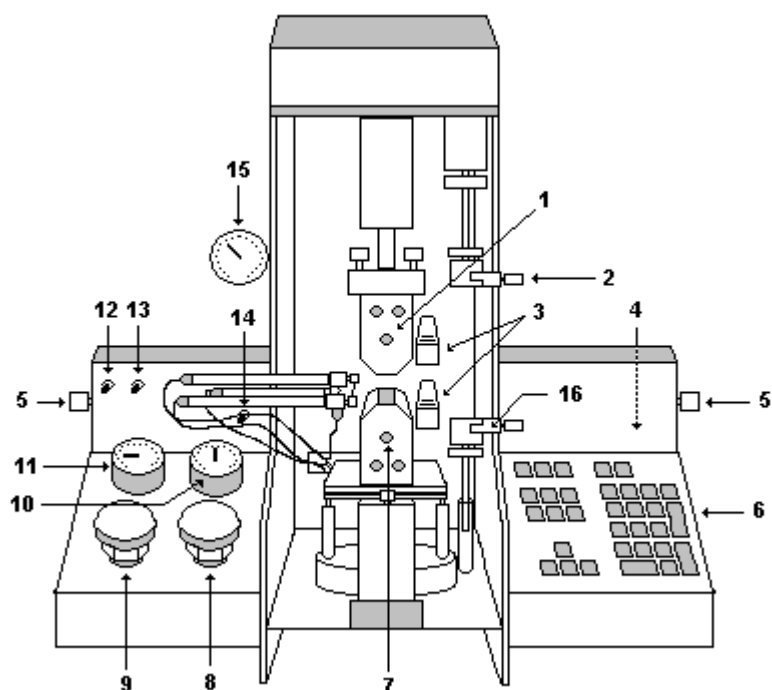


Figura 3.4a – Identificação das partes da maquina de testes de solda

1. Barra de soldagem superior;
2. Garra de tração superior;
3. Sopradores de ar;
4. Botão liga/desliga (atrás do equipamento);
5. Botão de início do ciclo de teste;
6. Teclado;
7. Barra de soldagem inferior;
8. Regulador de pressão auxiliar;
9. Regulador de pressão principal;
10. Manômetro de ar auxiliar;
11. Manômetro de ar principal;

- 12.** Interruptor para abrir/fechar as barras;
- 13.** Interruptor de alinhamento de ar principal/auxiliar;
- 14.** Interruptor liga/desliga aquecimento das barras de soldagem;
- 15.** Manômetro de entrada de ar no equipamento;
- 16.** Garra de tração inferior. [3].

3.2.2.2 O Processo de Solda

A soldagem consiste em submeter a amostra à pressão de uma barra aquecida por um tempo pré-determinado. A solda pode ser afetada por algumas condições existentes durante o ciclo de soldagem, por exemplo, a temperatura da barra, o tempo de fechamento das barras, a pressão na barra de soldagem, o impacto na barra e configuração da barra de soldagem. Sendo que os quatro primeiros itens podem ser controlados pelo operador. O último item depende do tipo e da geometria das barras utilizadas.

Para o processo de soldagem as temperaturas das duas barras são controladas separadamente e indicadas por circuitos individuais, completamente independentes do circuito de tempo e pressão, neste teste foi mantida a barra inferior, vista na figura 3.5, sem aquecimento, ou seja, temperatura ambiente, e aquecida apenas a barra superior.



Figura 3.5 – máquina de soldagem, destacando as barras de aquecimento.

A pressão das barras sobre o material é gerada por um cilindro de ar que funciona na barra inferior. A barra desliza para cima e comprime a amostra a ser selada contra a barra superior, nos ensaios ajustou-se a pressão para cinco bar.

A célula de carga gera tensão elétrica proporcional à força aplicada pela barra. Quando inicia o ciclo de soldagem, o controlador aciona a célula de carga analógica que produz a tensão elétrica.

A força no tempo de soldagem pode ser mostrado graficamente na tela até a conclusão do ciclo, junto com os registros de força e tempo de fechamento das barras de soldagem, extraídos dos dados brutos digitalizados pelo programa operacional.

A medida da resistência na solda é obtida através de um motor que aciona os dois grampos separadamente, tanto para colocar como para retirar a tira de amostra de entre as barras. Ambos os grampos movem-se continuamente em igual velocidade, um em relação ao outro, mantendo a porção não delaminada da solda posicionada entre os colchões de ar, onde as condições de resfriamento são mantidas.



Figura 3.6 – vista, em destaque, dos grampos que prendem o filme a ser soldado.

A haste que transporta o grampo superior, conforme visto na figura 3.6, é ligada a uma sensível célula de carga eletrônica que continuamente monitora a mudança de força requerida para separar a solda quente.

O sinal de força analógico é digitalizado, e o fluxo de dados resultantes é gravado na memória. Na conclusão do teste, os dados são mostrados no monitor como uma curva de Força na Solda X Tempo.

Estabeleceu-se as condições de soldagem desejadas: temperatura das barras, tempo de fechamento e pressão de soldagem. Manualmente é inserida a amostra entre as barras e pressionado o interruptor de acionamento com o pé. As barras se fecham e a máquina executa o ciclo de soldagem estabelecido. Quando as barras se abrem é removida a amostra já selada.

Os corpos de prova devem ter 25 mm de largura e de 260 a 280 mm de comprimento do filme a ser testado mais um filme de poliéster de 12 μm de espessura, nas mesmas dimensões, para que não ocorra a adesão do filme teste às barras de soldagem.

Os fatores que influenciam na análise podendo alterar os resultados são corpos de prova com rebarbas ou contaminações aparentes como infundidos, fraturas, marcas de extrusão, sujeira como pó e gordura, etc. Má colocação da tira de amostra nas garras, ou muito estirada, ou muito frouxa também são fontes de erros, assim como, temperatura das barras e tempo de fechamento inadequado ao tipo de material da amostra.

Para obter um primeiro resultado realizou-se vários ensaios, até mesmo porque eles se expressam pela média da força de pelo menos cinco análises em cada temperatura, e é expresso na forma de gráfico obtido pelas variáveis Força (em N/25 mm) versus Temperatura (em °C).

Os testes realizados com amostras do filme de polietileno que será soldado apresentaram uma curva bem definida após os 110 °C, conforme vista no gráfico 3.3, sendo assim temos uma boa condição de fundição do plástico a partir desta temperatura. Os ensaios mostram que tanto com força média, gráfico 3.1, como com força máxima, gráfico 3.2, uma boa condição de fundição a partir desta temperatura, sendo assim, já temos a faixa de temperatura a trabalhar ficando a definir o tempo de solda para atingir o especificado que é soldar duas folhas de filme e para isto será trabalhado o tempo de contato das resistências com o filme.

A tabela 3.1 mostra os valores do ensaio e seus gráficos mostrando uma condição de fundição eficaz (elongação) a partir de 110 °c.

Amostra: STA 170-05				Analista: Marcos Vinicius			
Data: 05/08/2005							
Condições do teste							
Tempo de selagem (ms): 1000				Velocidade de separação (cm/min): 30			
Pressão de selagem (KPa): 450				Espessura: 131			
Temperatura (°C)		Força Média (N)		Média de Força Média (N/25mm)	Desvio Padrão	Comentários	
90		0,35	0,29	0,51	0,38	0,113725	Delaminação
95		0,47	0,39	0,41	0,42	0,041633	Delaminação
100		0,67	1,14	0,72	0,84	0,258134	Delaminação
105		2,27	2,16	1,89	2,11	0,195533	Delaminação
110		5,53	5,62	7,18	6,11	0,927739	Elongação
115		5,62	7,04	3,55	5,40	1,755059	Elongação
120		5,84	6,57	3,73	5,38	1,474822	Elongação
125		6,29	6,16	6,46	6,30	0,150444	Elongação
130		6,46	6,41	7,06	6,64	0,361709	Elongação
135		5,03	5,43	6,55	5,67	0,787909	Elongação
150		7,22	5,47	6,14	6,28	0,882968	Elongação
Temperatura (°C)	(N) Força Máxima			Média de Força Máxima (N/25mm)	Desvio Padrão	Comentários	
90		0,74	0,5	0,56	0,60	0,124900	Delaminação
95		0,8	0,76	0,48	0,68	0,174356	Delaminação
100		0,93	1,3	1,19	1,14	0,190000	Delaminação
105		3,05	2,29	2,42	2,59	0,406489	Delaminação
110		6,98	6,43	7,81	7,07	0,694718	Elongação
115		6,28	7,75	7,64	7,22	0,818800	Elongação
120		6,81	6,96	6,34	6,70	0,323471	Elongação
125		7,1	6,75	7	6,95	0,180278	Elongação
130		6,92	6,68	7,62	7,07	0,488399	Elongação
135		7,15	6,27	6,99	6,80	0,468757	Elongação
150		8,04	5,97	6,55	6,85	1,067817	Elongação

Tabela 3.1 - Dados adquiridos durante ensaio de soldagem

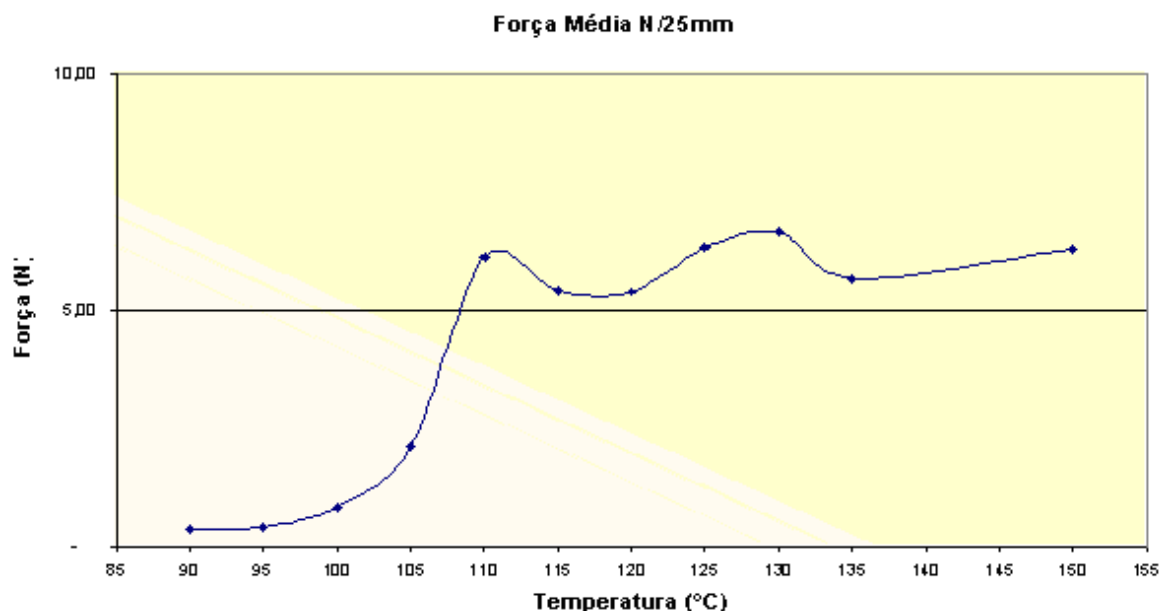


Gráfico 3.1 - Dados adquirido durante ensaios com força média variando a temperatura e mantendo o tempo.

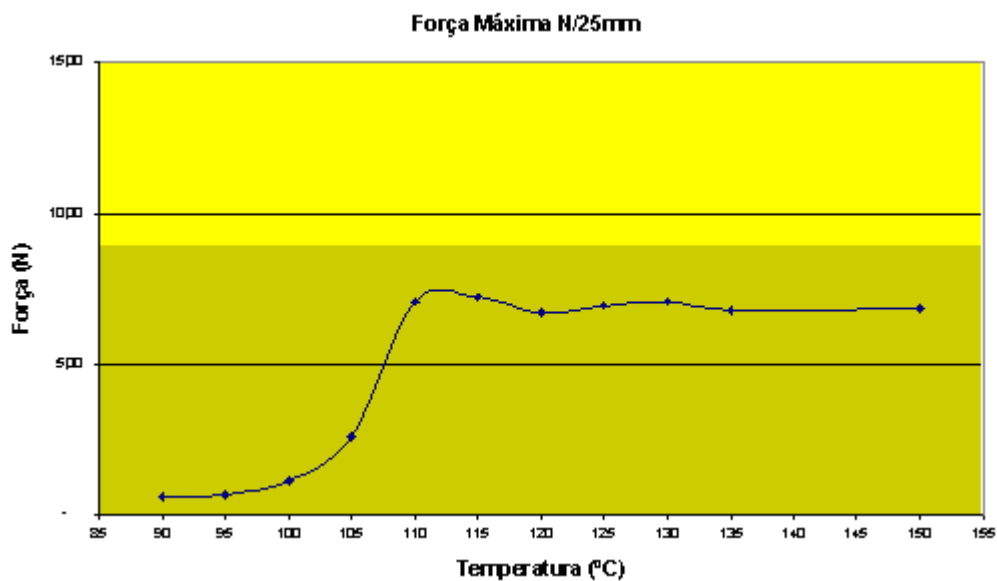


Gráfico 3.2 - Dados adquirido durante ensaios com força máxima variando a temperatura e mantendo o tempo.

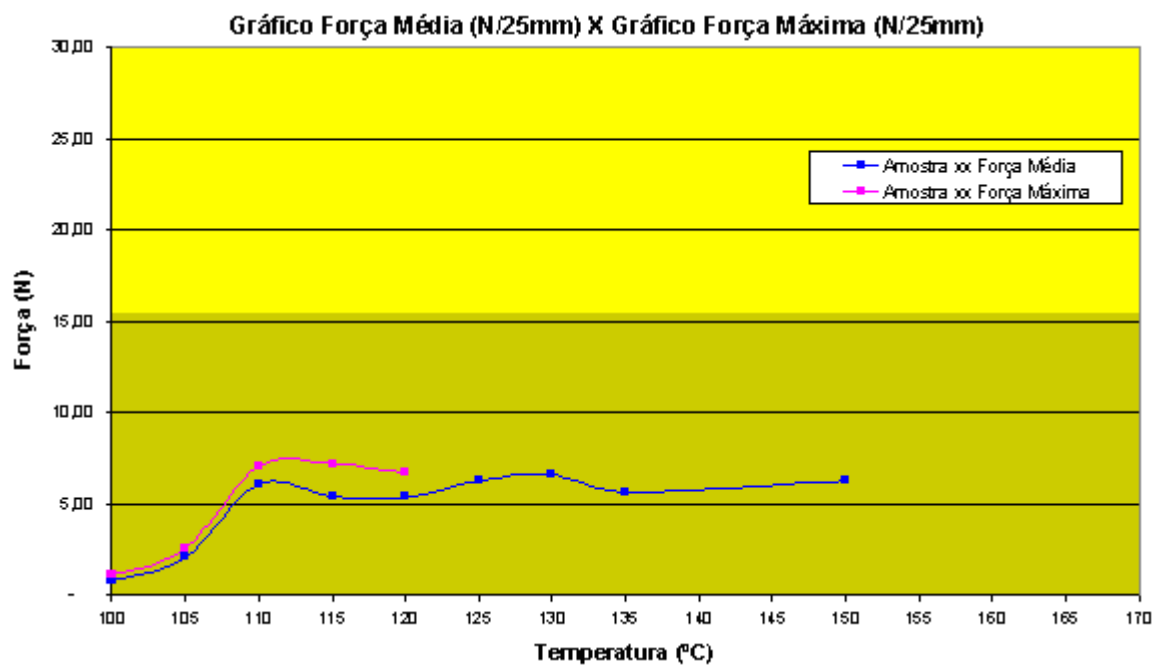


Gráfico 3.3 - Dados adquirido durante ensaios comparando com força média e máxima variando a temperatura e mantendo o tempo.

Com estes valores foi possível estabelecer a temperatura a qual será utilizada para realizar a melhor solda, agora é preciso saber os valores de tensão e corrente, a serem aplicadas nas resistências para termos estas condições de solda.

3.2.3 Ensaio de Tensão e Corrente Elétrica

Os ensaios aqui descritos, tratam exclusivamente da verificação da corrente elétrica a ser aplicada nas resistências, com a finalidade de possibilitar um ajuste na temperatura desejada em um tempo aceitável, este determinado em torno de 3 à 4 segundos.

Após determinado este valor ideal de temperatura de fusão do polietileno, inicia-se os testes para saber como atingir e manter este valor de temperatura durante a solda.

De posse de alguns transformadores de 110 VAC de alimentação no primário e 15 VAC no secundário, percebido na figura 3.7, inicia-se os testes, alimentando os blocos de resistências e monitorando a corrente, assim como, com a utilização de um medidor de temperatura portátil infravermelho, monitorando a temperatura nas resistências e o tempo para atingi-las, desde a energização do sistema.



Figura 3.7 – Banco de transformadores (110 VAC – 15 VAC) acoplados no sistema.

	Tensão nas resistências (Valor Médio)	Corrente nas resistências	Temperatura atingida	Tempo
Ensaio 1	15 VAC	3,3 A	50 ° C	1 min.
Ensaio 2	30 VAC	6,7 A	120 ° C	23 seg.
Ensaio 3	42 VAC	9,7 A	120 ° C	4 seg.
Ensaio 4	55 VAC	12,6 A	120 ° C	1,5 seg.

Tabela 3.2 – Tempo e temperatura oriunda de ensaios direcionados.

Analisando a tabela 3.2, pode-se perceber que o ensaio 3, em destaque, é o que melhor nos atende, pois atinge a temperatura desejada em um tempo ótimo. Este ensaio é registrado na figura 3.8, onde é destacada a tensão V média

AC, vista no voltímetro e a corrente elétrica, vista no amperímetro. Com estes valores ainda temos o recurso do tempo de solda que pode variar de 2 à 9 segundos, sem que prejudique a operacionalidade do sistema de ensaio e nos mostra uma boa solda.

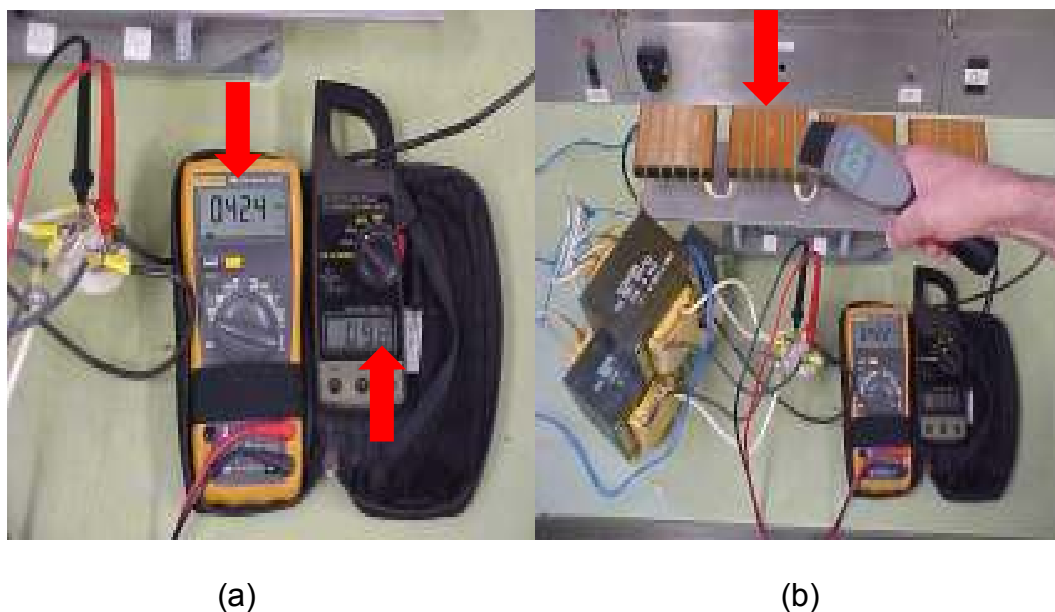


Figura 3.8 – Vista da medição quando atingido o ponto ideal para a solda. (a) destaque para o voltímetro e amperímetro; (b) destaque para a medição de temperatura.

Com este valor pré-estipulado, vários ensaios foram realizados já com o filme que será soldado, colocando este filme sobre os módulos de solda até que o conjunto de molas fossem deformados, simulando a situação real de trabalho, e confirmado a ótima condição de solda conforme especificado e visualizado na figura 3.9, e dentro do tempo esperado.



Figura 3.9 – Detalhe do filme soldado à temperatura de 120° C em 4 segundos.

Admitindo a possibilidade de que as resistências possam grudar no filme, em processo de soldagem, mantendo resíduos de plástico, testa-se os módulos de solda revestido por um filme de armalom, material à base de teflon, para não permitir que as resistências tivessem um contato direto com o plástico. Este ensaio não foi satisfatório uma vez que a temperatura leva muito tempo para passar pelo armalom até soldar o filme de forma satisfatória, conforme mostra a figura 3.10, com destaque para o filme de armalom.

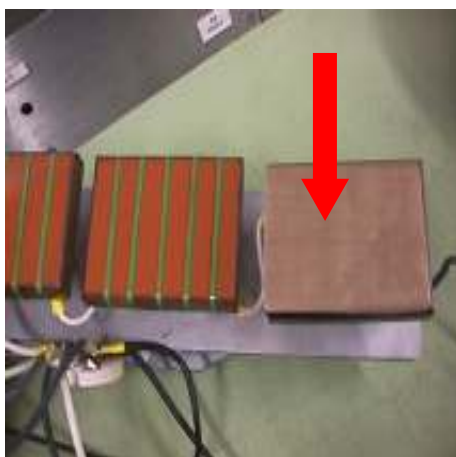


Figura 3.10 – filme de armalom sobre as resistências.

Decide-se por colocar, para proteção, um filme de armalom sob as resistências, assim sendo, este é introduzido entre as resistências e a placa de material fenólico, como é visto na figura 3.11, buscando assim uma maior concentração de calor, também, com isso, evitando também a queima prematura da placa de material fenólico.

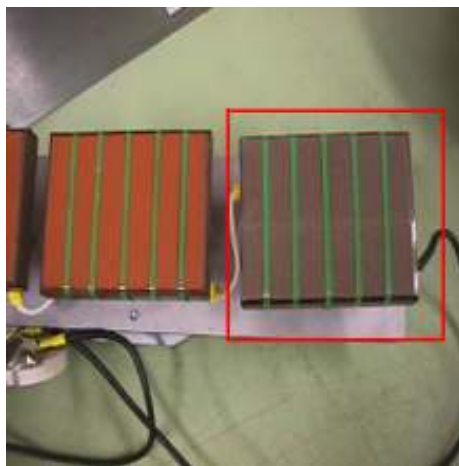


Figura 3.11 – No destaque, o bloco com o filme de armalom, entre as resistências e a placa de material fenólico.

3.3 ESCOLHA DO PISTÃO PNEUMÁTICO

O sistema pneumático para aproximar este conjunto de resistências é um pistão com cilindro de 400 mm de comprimento e 50,8 mm de diâmetro, pressurizado com 5kg/cm^2 . Este sistema é comandado por um solenóide eletro-pneumático que ao ser excitada com tensão elétrica, aciona o pistão, recolhendo-o quando a alimentação elétrica for retirada. Este acionamento, bem como as partes descritivas são visualizadas na figura 3.12.

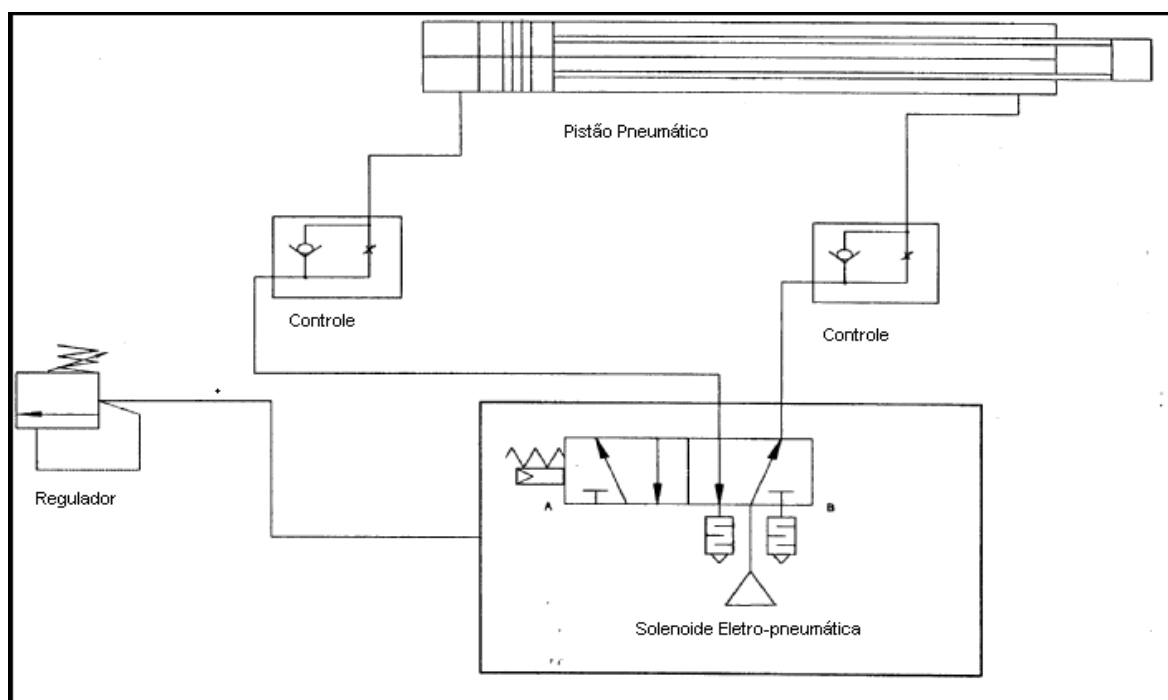


Figura 3.12 – visualização do sistema de acionamento do pistão pneumático.

Na extremidade do pistão, está conectado um sensor de fim de curso, cuja aplicabilidade é indicar que o mesmo foi recolhido totalmente. O pistão é mostrado na figura 3.13.



Figura 3.13 - Detalhe do pistão pneumático.

3.4 O SISTEMA ELETRÔNICO

É necessário para o controle do processo, um sistema digitalizado que seja capaz de relacionar dados de entrada, definido por uma lógica seqüencial, e disponibilizar saídas digitais que façam o controle do processo integrado.

Através de testes funcionais, pode-se constatar que o controlador que melhor se encaixa a estas necessidades é o PIC 16F877. Devido a versatilidade nas portas (*input e output*) por conter, internamente, conversores analógicos – digitais que facilitam medições de sensores cuja saída é dada por tensão elétrica.

3.4.1 O PIC 16F877

Contendo cinco portas de I/O (entradas e saídas) de oito *bits* cada e com tensão de alimentação contínua de cinco volts, o PIC 16F877 apresenta diversas funções, dentre elas, a configuração das portas para que sejam saídas ou entradas digitais, sendo possível a determinação *bit a bit*. Além disso pode ser configurado o componente de modo a utilizar conversores analógico-digital internos.

Ainda referindo-se a praticidade, o controlador possui configurações de modo a disponibilizar a saída em PWM para controle. A figura 3.14 revela algumas características básicas do PIC 16F877A.

Key Features PICmicro™ Mid-Range Reference Manual (DS33023)	PIC16F877
Operating Frequency	DC - 20 MHz
RESETS (and Delays)	POR, BOR (PWRT, OST)
FLASH Program Memory (14-bit words)	8K
Data Memory (bytes)	368
EEPROM Data Memory	256
Interrupts	14
I/O Ports	Ports A,B,C,D,E
Timers	3
Capture/Compare/PWM Modules	2
Serial Communications	MSSP, USART
Parallel Communications	PSP
10-bit Analog-to-Digital Module	8 input channels
Instruction Set	35 instructions

Figura 3.14 – Informações básicas das características do PIC 16F877.

Disponibilizadas no datasheet do componente.

O Diagrama de pinos do PIC 16F877 encontra-se no apêndice 1 deste trabalho e a referencia, bem como a descrição de cada um destes pinos encontra-se no apêndice 2.

3.4.1.1 O Sistema Microprocessado

Para que as funções do microcontrolador sejam disponibilizadas de uma forma ainda mais prática e de fácil acessibilidade, foi montado um sistema, tendo como peça central o PIC 16F877. Este sistema disponibiliza de chaveamento de dois reles mediante acionamento endereçado na Porta A; oito entradas digitais endereçadas na Porta D; oito saídas digitais, endereçadas na Porta C; dois conversores analógico – digital, endereçado na Porta A; um *display* (LCD – 2x16) e um teclado numérico (matricial) mapeado que permite uma interface do controlador; este sistema ainda apresenta uma saída mapeada para o controle de um PWM digital. A figura 3.15 mostra a vista do sistema microprocessado e a figura 3.16 apresenta o esquemático.

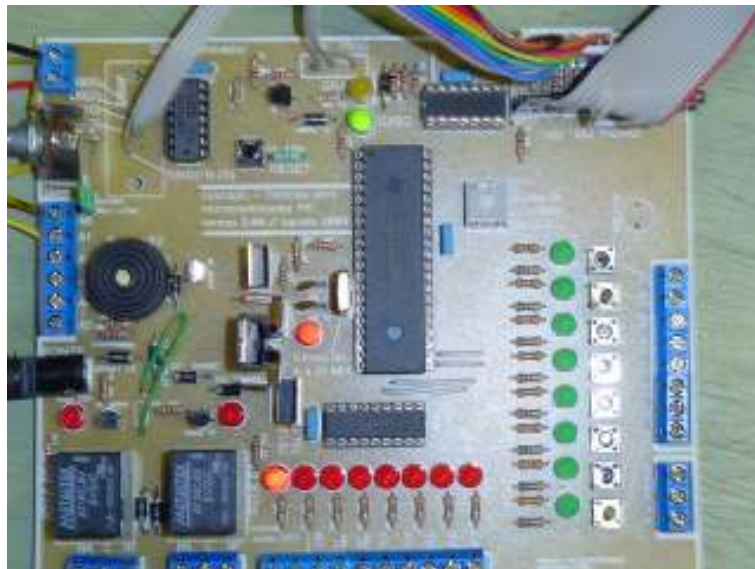


Figura 3.15 – vista de topo do *sistema* microprocessado montado.

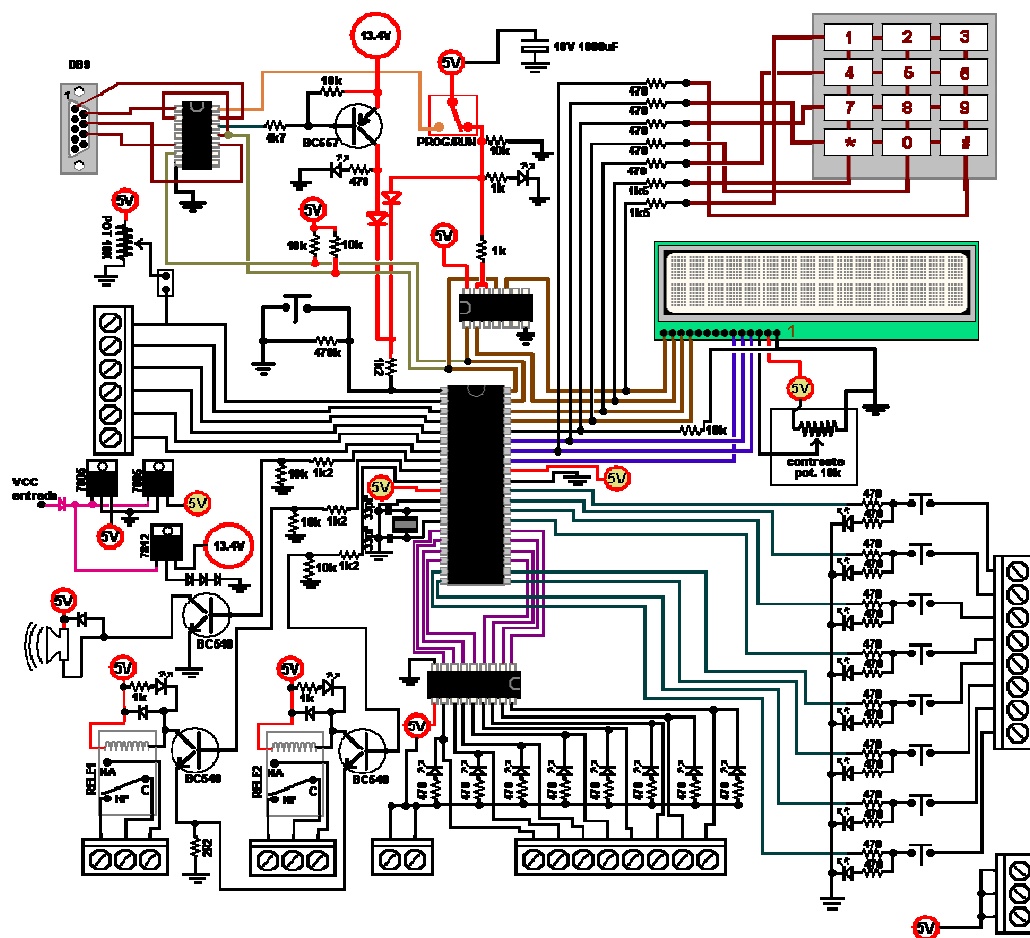


Figura 3.16 - Esquemático montado para o PIC 16F877.

3.5 DESCRIÇÃO DO FUNCIONAMENTO GERAL

É necessário que entenda-se o processo funcional geral, desde o início da formação do palete, passando pela colocação do filme de cobertura e envoltória, e finalizando com a solda, tema central deste trabalho. As seções a seguir, tratam da descrição detalhada deste processo, independentemente, em cada fase onde etapas são processadas.

3.5.1 FORMAÇÃO DOS PALETES COM SACOS DE POLIETILENO

Dispostos sobre uma plataforma de madeira, à qual dá-se o nome de palete, são distribuídos 55 sacos de polietileno, contendo 25 Kg cada, dispostos em 11 camadas de cinco sacos. Essa representação é acompanhada através da figura 3.17, onde é visualizado o suporte de madeira (palete).



Figura 3.17 – vista da estrutura de madeira (palete) que serve de sustentação para os sacos de polietileno.

A ordenação e distribuição dos sacos sobre o palete são feitas através de uma máquina de paletizar (Paletizadora), comandada por um CLP. Fica ainda mais claro esta disposição quando visualizado a figura 3.18 que dá idéia da acomodação dos sacos de polietileno sobre o palete.



Figura 3.18 – Vista da distribuição dos sacos de polietileno sobre um palete.

3.5.2 O FILME DE COBERTURA

Já organizados os sacos, o processo seguinte objetiva cobrir esta pilha com um filme de polietileno. Isso é feito através de uma máquina denominada de *Top Sheet*, vista na figura 3.19, controlada por controlador lógico programável. Quando esta máquina percebe a presença do bloco, através de sensores indutivos e ópticos, conforme visto na figura 3.20 a e b, inicia a cobertura com o filme e a medida que o paleta se desloca sobre a esteira, cobrindo toda sua extensão superior.



Figura 3.19 – Vista geral da máquina *Top Sheet*.



(a)



(b)

Figura 3.20 – Destaque para os sensores (a)óptico e (b)indutivo, acoplados ao processo de controle.

Quando o sensor óptico, percebe a passagem de todo o palete, a esteira é parada e o filme de polietileno é cortado, conforme indica a figura 3.21.



Figura 3.21 – Detalhe do filme de cobertura sendo cortado.

As razões que justificam a colocação deste filme sob a pilha é, para evitar a deposição de insetos e outros animais, além de proteger os sacos contra umidade e poeira.

3.5.3 O FILME DE ENVOLTÓRIA

Após a cobertura superior da pilha ser concluída, os sacos passam por um processo de envoltória, com um filme de polietileno. Isso é possível graças a ação de uma máquina de *Stretch*, vista na figura 3.22, que reconhece a presença do material, através de sensores ópticos, neste instante a esteira é parada e inicia o processo envoltório, onde é distribuído por toda a extensão lateral do bloco, o filme de polietileno.



Figura 3.22 – Vista da máquina de *Stretch*.

Após isso, é cortado o filme, através da aproximação de um fio aquecido, com uma vassoura em torno da estrutura o filme é acomodado, visto a partir da figura 3.23. É através disso que os sacos são compactados, oferecendo resistência e segurança ao serem transportados, além de impedir a entrada de umidade e poeira, justificando, com isso, sua aplicação.



Figura 3.23 – Destaque da vassoura que acomoda o filme em torno do bloco.

3.5.4 SOLDA DO FILME DE POLIETILENO

Dado por encerrado o processo e envoltória do bloco, o palete se desloca em direção a etapa de soldagem. Para isso, um sensor indutivo identifica a presença deste bloco, ocasionando a parada da esteira. Na figura 3.24, dispõe-se da vista do equipamento montado para efetuar a solda.



Figura 3.24 - vista do equipamento montado para efetuar a solda.

Quando o bloco encontra-se estático, é acionado um pistão pneumático – em destaque na figura 3.25 - a fim de deslocar as resistências elétricas até o bloco de sacos revestido com filme de polietileno, cujo objetivo é fixar e soldar o filme envoltório.



Figura 3.25 – Pistão pneumático de acionamento das resistências elétricas.

Este processo serve para dar uma maior sustentabilidade e fixar o filme de polietileno em torno dos sacos, fazendo com isso que não desprenda qualquer pedaço de material.

Dada por encerrada estas etapas, o paletê, com os sacos envolvidos pelo filme, é direcionado, via esteira, para um depósito, estando pronto para o transporte. Através da figura 3.26 é possível perceber todo o processo ilustrado.

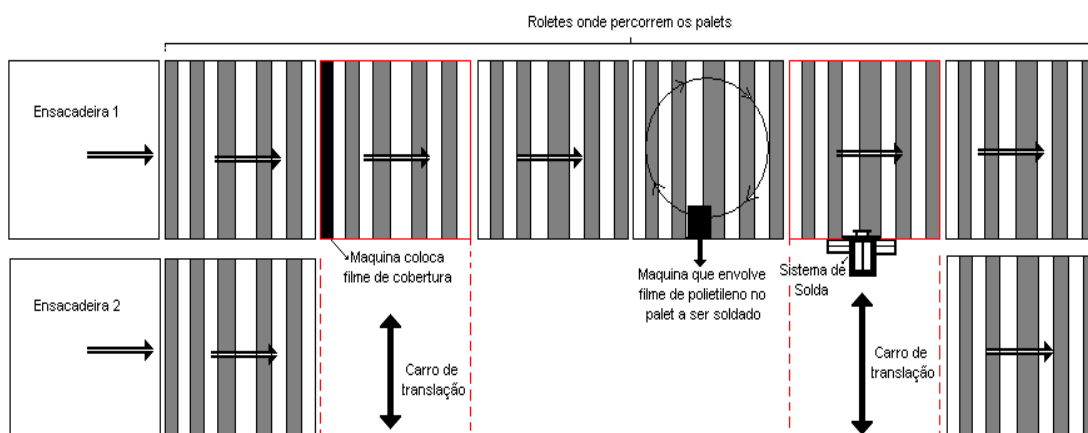


Figura 3.26 – Ilustração do processo geral.

4 RESULTADOS E CONCLUSÕES

O objetivo deste trabalho, como visto na introdução, é resolver um problema de engenharia ocorrido num processo de empacotamento de sacos de polietileno, mais especificamente no que se refere a solda do filme envolvente.

Para que este problema pudesse ser resolvido, utilizando os componentes e sistemas vistos no capítulo 3, é necessário compactar tudo isso de forma controlada, oferecendo um processo sequencial que comande todas as etapas.

Através de um programa desenvolvido em linguagem “C” (anexo 1) para micro controladores PIC, o processo de soldagem é realizado, utilizando funções específicas do PIC 16F877, em consonância com os sensores agregados.

4.1 SENSORES DA ESTRUTURA FÍSICA PARA A SOLDA

Um sensor indutivo (L1) foi colocado no último rolete da esteira, em destaque na figura 4.1, a fim de identificar a posição adequada do bloco de sacos de polietileno a ser soldado. Há ainda a presença de um pistão pneumático contendo um outro sensor micro *switch* (L2), destacado na figura 4.2, cuja função é apontar que este pistão esta em condição de repouso (recolhido).



Figura 4.1 – Destaque do sensor indutivo colocado no último rolete da esteira.



Figura 4.2 – Destaque do sensor micro *switch* indicando fim de curso do pistão pneumático.

No conjunto de resistências é colocado, além de um sensor de temperatura (L3) – LM35 –, apresentado na figura 4.3, com a finalidade de monitorar a temperatura das resistências, um segundo sensor indutivo (L4) cuja função é

perceber a adequada aproximação do bloco de resistências no filme de polietileno, oferecido destaque na figura 4.4.

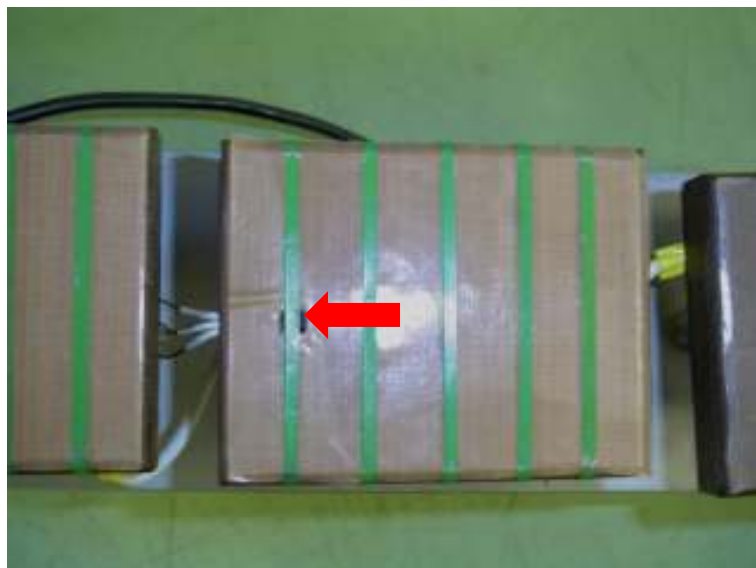


Figura 4.3 – Destaque do sensor de temperatura LM 35 acoplado nas resistências.



Figura 4.4 – Destaque do sensor indutivo identificando a adequada aproximação do bloco de resistências no filme de polietileno.

4.2 FUNCIONALIDADE DO PROGRAMA DE CONTROLE INTEGRADO COM SENSORES

Já foi visto e descrito que para a etapa de soldagem é preciso que o sistema geral disponibilize o palete, com os sacos, envolvidos com o filme de polietileno.

O controlador através do display em destaque na figura 4.5 - permite uma breve apresentação, mostrando a temperatura ambiente e imediatamente após, aguarda que o usuário digite o tempo, em milisegundos, que as resistências devem ser excitadas com corrente elétrica, caracterizando assim a temperatura controlada, de acordo com o tempo de aquecimento.

Pois então, quando bloco terminou a envoltória de filme, a esteira é liberada, encaminhado o mesmo para o processo de soldagem. Através do sensor L1, o sistema reconhece que o bloco chegou na posição certa para ser aplicada a solda. Este sinal é identificado pelo controlador que imediatamente manda um sinal elétrico a um controlador lógico programável fazendo com que a esteira pare.

4.3 FLUXOGRAMA A SER RESPEITADO NA PROGRAMAÇÃO

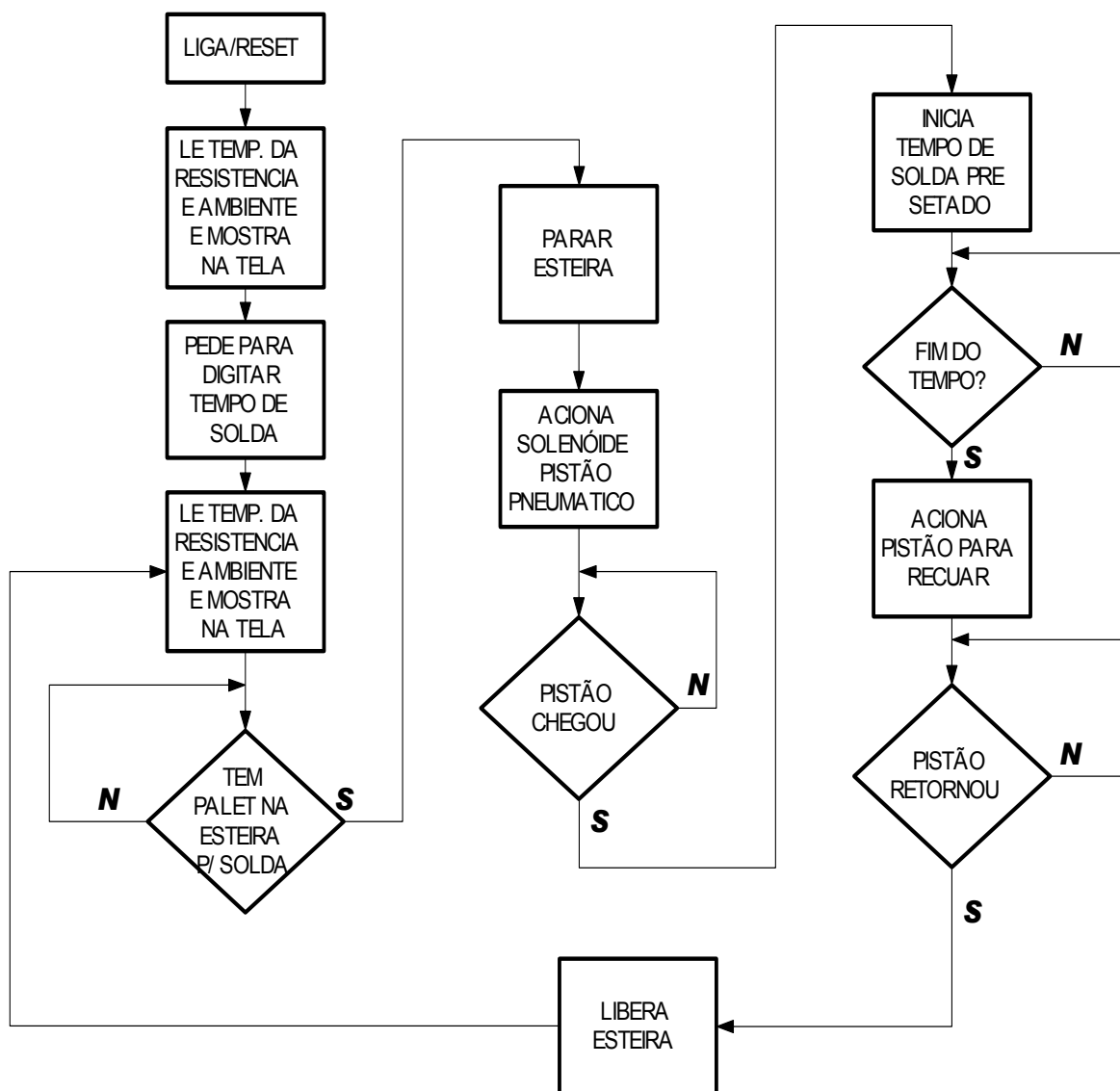




Figura 4.5 – vista do sistema microprocessado, utilizado para controle do processo.

Com a esteira parada, o controlador manda um segundo sinal elétrico fazendo com que este acione o pistão pneumático, indo este de encontro ao bloco, conduzindo o conjunto de resistências. Chegando, o conjunto de resistências chega na posição adequada, para a solda, o sensor L4 reconhece esta posição e imediatamente, através do controlador, aquece as resistências pelo tempo determinado.

Este aquecimento introduz uma solda no filme de polietileno, fazendo com que fique preso e fixo, a temperatura da solda é mostrada no *display* através do condicionamento do sensor L3. Após o termino deste aquecimento, o controlador, envia um sinal elétrico informando que o pistão pneumático deve ser recolhido. Este recuo, é identificado – quando completo –, pelo sensor L2, de fim de curso, onde o controlador identifica esta posição e faz com que o controlador lógico programável entenda que a esteira já pode ser movimentada.

A programação no controlador, ainda teve o cuidado de identificar, através do sensor L1, quando o palete já excursionou por toda a extensão deste processo de solda, identificando através de um sinal elétrico. Então o sistema espera novamente que o sensor L1 identifique a presença de um novo palete para desenvolver novamente o processo.

Como é percebido, o sistema desenvolve uma rotina seqüencial, onde cada etapa do processo é diretamente dependente da outra. Para uma melhor compreensão, é disponibilizado, no Anexo A, o fluxograma do sistema e ainda no Anexo B, é apresentado o programa desenvolvido para o controle gravado no microprocessador .

CONCLUSÕES

A conclusão deste projeto representa a satisfação de uma necessidade sendo contemplada desde sua idealização à formação, a qual sempre foi enriquecida a cada instante com idéias e sugestões valiosas.

Este trabalho deve ficar em funcionamento no local pelo qual foi proposto, realizando a solda na ponta do filme de polietileno que envolve o palete, e dando o resultado esperado que é principalmente o final das reclamações de usuários e clientes, em decorrência desta ponta de filme solta.

Em termos de viabilidade industrial, o sistema sana a carência de um equipamento que pudesse, de maneira eficaz e correta, fazer a solda em filme de polietileno, garantindo com isso uma maior segurança e confiabilidade em questões de transporte e conservação do material embalado.

Fica claro com isso, que o trabalho, desde o início, preocupou-se e focou seus projetos e desenvolvimento, em resolver um problema de engenharia, tema

central do trabalho de conclusão de curso, fazendo com que técnicas e teorias abordadas no curso de Engenharia Elétrica pudessem vir à tona.

REFERÊNCIAS

Bibliografia:

- 1 - WERNECK, Marcelo Martins. Transdutores e Interfaces. São Paulo: Livros Técnicos e Científicos.[s/d].
- 2 – FALCONE, Aurio Gilberto. Eletromecânica. Vol 1. São Paulo: Edgard Blücher. [s/d].
- 3 - STEWART, Harry I. Pneumatics and Hydraulics. 3º edição. Copyright 1976,1978 by Howard W. Sams & Co., Inc.

Manuais Consultados:

- 4 - Manual de operação da Seladora Theller. Modelo HT Hot Tack Heatsealer.

Pesquisa Virtual:

5 - DataSheet do LM35. Disponível no site: www.national.com. Acessado em 20/09/2005.

6 - DataSheet do PIC 16F877. Disponível no site: www.national.com. Acessado em 02/10/2005.

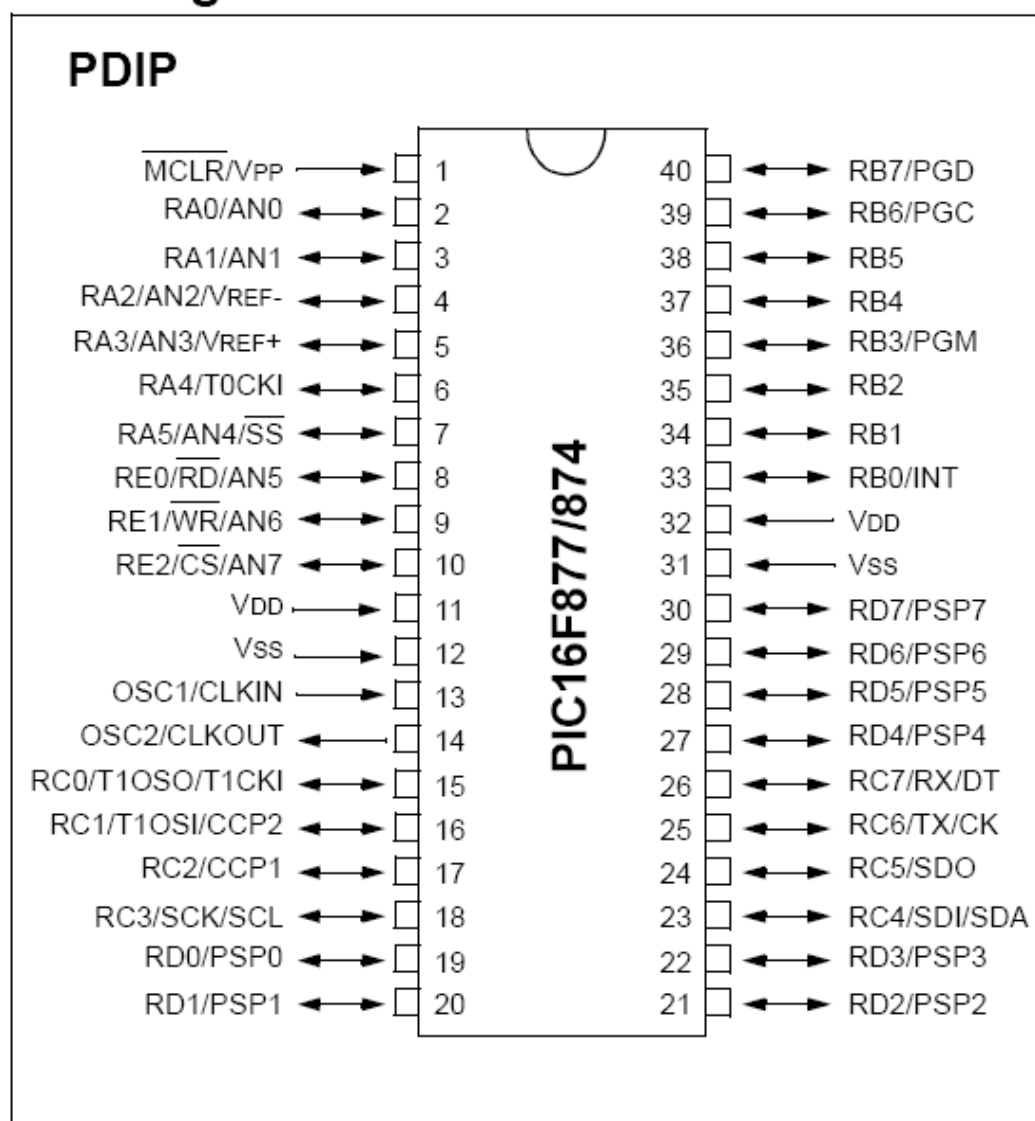
7 – Material sobre Resistência de Níquel Cromo. Disponível no site: www.tecnoalloy.com.br/ligasniquel.htm. Acessado em 02/11/2005.

8 - Material sobre PIC. Disponível no site: www.ulbre.tche.br/~valner. Acessado em 15/09/2005.

APÊNDICE 1:

DIAGRAMA DE PINOS DO PIC 16F877

Pin Diagram



APÊNDICE 2:

REFERÊNCIA E DESCRIÇÃO DE CADA PINOS DO PIC 16F877.

PIC16F877 PINOUT DESCRIPTION

Pin Name	DIP Pin#	PLCC Pin#	QFP Pin#	I/O/P Type	Buffer Type	Description
OSC1/CLKIN	13	14	30	I	ST/CMOS ⁽⁴⁾	Oscillator crystal input/external clock source input.
OSC2/CLKOUT	14	15	31	O	—	Oscillator crystal output. Connects to crystal or resonator in crystal oscillator mode. In RC mode, OSC2 pin outputs CLKOUT which has 1/4 the frequency of OSC1, and denotes the instruction cycle rate.
MCLR/VPP	1	2	18	I/P	ST	Master Clear (Reset) input or programming voltage input. This pin is an active low RESET to the device.
RA0/AN0	2	3	19	I/O	TTL	PORTA is a bi-directional I/O port. RA0 can also be analog input0. RA1 can also be analog input1. RA2 can also be analog input2 or negative analog reference voltage. RA3 can also be analog input3 or positive analog reference voltage. RA4 can also be the clock input to the Timer0 timer/counter. Output is open drain type. RA5 can also be analog input4 or the slave select for the synchronous serial port.
RA1/AN1	3	4	20	I/O	TTL	
RA2/AN2/VREF-	4	5	21	I/O	TTL	
RA3/AN3/VREF+	5	6	22	I/O	TTL	
RA4/T0CKI	6	7	23	I/O	ST	
RA5/SS/AN4	7	8	24	I/O	TTL	
RB0/INT	33	36	8	I/O	TTL/ST ⁽¹⁾	PORTB is a bi-directional I/O port. PORTB can be software programmed for internal weak pull-up on all inputs. RB0 can also be the external interrupt pin. RB3 can also be the low voltage programming input. Interrupt-on-change pin. Interrupt-on-change pin. Interrupt-on-change pin or In-Circuit Debugger pin. Serial programming clock. Interrupt-on-change pin or In-Circuit Debugger pin. Serial programming data.
RB1	34	37	9	I/O	TTL	
RB2	35	38	10	I/O	TTL	
RB3/PGM	36	39	11	I/O	TTL	
RB4	37	41	14	I/O	TTL	
RB5	38	42	15	I/O	TTL	
RB6/PGC	39	43	16	I/O	TTL/ST ⁽²⁾	
RB7/PGD	40	44	17	I/O	TTL/ST ⁽²⁾	

Legend: I = input O = output I/O = input/output P = power
 — = Not used TTL = TTL input ST = Schmitt Trigger input

- Note** 1: This buffer is a Schmitt Trigger input when configured as an external interrupt.
 2: This buffer is a Schmitt Trigger input when used in Serial Programming mode.
 3: This buffer is a Schmitt Trigger input when configured as general purpose I/O and a TTL input when used in the Parallel Slave Port mode (for interfacing to a microprocessor bus).
 4: This buffer is a Schmitt Trigger input when configured in RC oscillator mode and a CMOS input otherwise.

ANEXO A:

PROGRAMA DESENVOLVIDO EM LINGUAGEM “C” PARA MICRO CONTROLADOR PIC, COM A FINALIDADE DE CONTROLAR O PROCESSO DE SOLDAGEM.

```
#include <16f877.h>
#include <ADC=10>
#include <delay (clock=4000000)>
#include <cusco.c>
#include <lcd.c>

void mensagem(char s)
{
    lcd_putc(s);
}

int le_kb()
{
    unsigned int salvatris, salvaporto;
    salvatris = TRIS_KBD;
    salvaporto = PORT_KBD;

    // verificar se a tecla 1 está pressionada.
    output_b(0x00);
    output_high(PIN_B6);
    if (input(PIN_B7))
    {
        output_b(0xFE);
        output_low(PIN_B7);
        if (!input(PIN_B6))
            return(0x01);
    }

    // verificar se a tecla 2 está pressionada.
    output_b(0x00);
    output_high(PIN_B4);
    if (input(PIN_B7))
    {
        output_b(0xFE);
        output_low(PIN_B7);
```

```

    if (!input(PIN_B4))
        return(0x02);
    }

// verificar se a tecla 3 está pressionada.
output_b(0x00);
output_high(PIN_B1);
if (input(PIN_B7))
{
    output_b(0xFE);
    output_low(PIN_B7);
    if (!input(PIN_B1))
        return(0x03);
    }

// verificar se a tecla 4 está pressionada.
output_b(0x00);
output_high(PIN_B5);
if (input(PIN_B6))
{
    output_b(0xFE);
    output_low(PIN_B6);
    if (!input(PIN_B5))
        return(0x04);
    }

// verificar se a tecla 5 está pressionada.
output_b(0x00);
output_high(PIN_B4);
if (input(PIN_B5))
{
    output_b(0xFE);
    output_low(PIN_B5);
    if (!input(PIN_B4))
        return(0x05);
    }

// verificar se a tecla 6 está pressionada.
output_b(0x00);
output_high(PIN_B1);
if (input(PIN_B5))
{
    output_b(0xFE);
    output_low(PIN_B5);
    if (!input(PIN_B1))
        return(0x06);
    }

// verificar se a tecla 7 está pressionada.

```

```

output_b(0x00);
output_high(PIN_B6);
if (input(PIN_B3))
{
    output_b(0xFE);
    output_low(PIN_B3);
    if (!input(PIN_B6))
        return(0x07);
}

```

// verificar se a tecla 8 está pressionada.

```

output_b(0x00);
output_high(PIN_B4);
if (input(PIN_B3))
{
    output_b(0xFE);
    output_low(PIN_B3);
    if (!input(PIN_B4))
        return(0x08);
}

```

// verificar se a tecla 9 está pressionada.

```

output_b(0x00);
output_high(PIN_B1);
if (input(PIN_B3))
{
    output_b(0xFE);
    output_low(PIN_B3);
    if (!input(PIN_B1))
        return(0x09);
}

```

// verificar se a tecla 0 está pressionada.

```

output_b(0x00);
output_high(PIN_B4);
if (input(PIN_B2))
{
    output_b(0xFE);
    output_low(PIN_B2);
    if (!input(PIN_B4))
        return(0x00);
}

```

// verificar se a tecla * está pressionada.

```

output_b(0x00);
output_high(PIN_B2);
if (input(PIN_B6))
{
    output_b(0xFE);
}

```

```

    output_low(PIN_B6);
    if (!input(PIN_B2))
        return(0x10);
}

// verificar se a tecla # está pressionada.
output_b(0x00);
output_high(PIN_B1);
if (input(PIN_B2))
{
    output_b(0xFE);
    output_low(PIN_B2);
    if (!input(PIN_B1))
        return(0x11);
}

return(0xff);
}

signed long inteiro_kb(int echo)
{
    int cont=0;
    int32 lido=0;
    int tecla;
    while(1)
    {
        tecla = le_kb();
        if (tecla == 0xff)
            continue;
        if (tecla == 0x11)
            return(lido);
        if (tecla == 0x10)
            return(-1);
        delay_ms(10);
        if (cont < 4)
        {
            cont ++;
            lido = lido * 10;
            lido = lido + tecla;
            if(echo == 0) printf(lcd_putc,"%i",tecla);
            if(echo == 1) lcd_putc("*");
            output_high(pin_e2);
            delay_ms(10);
            output_low(pin_e2);
        }
        else
        {
            output_high(pin_e2);
            delay_ms(100);

```

```

        output_low(pin_e2);
    }
    while(tecla == le_kb());
}
}

```

```

void main()
{

```

```

    int b;

```

```

    signed long aux;
    signed long X;
    signed long Y;
    signed long Z;
    signed long XA;
    signed long XB;

```

```

    TRISA = 0x00;    //porta a como AD
    TRISC = 0x00;    //porta c como saida
    TRISD = 0xFF;    //porta d como entrada

```

```

    lcd_init();      //serve para inicializar o display

```

```

    mensagem("\fTCC Eng. Irineu\n");
    mensagem(" ULBRA 2005/02");
    delay_ms(2000);

```

```

    output_low(PIN_C2);    //sem alimentação nas resistencias
    output_low(PIN_C1);    //desliga pistao
    output_high(PIN_C0);    //libera esteira

```

```

    Z = AD0();
    delay_ms(20);
    Z = (Z/2);
    Y = AD1();
    delay_ms(20);
    Y = (Y/2);

```

```

    printf(lcd_putc, "\fTEMP AMBIENTE:\n%i graus Celsius", Y); //NO AD1
    delay_ms(1000);

```

```

    printf(lcd_putc, "\fTEMP RESISTENCIA:\n%i graus Celsius", Z); //NO AD0
    delay_ms(1000);

```

```

mensagem("\fDig. tempo solda\nem ms:");
X = inteiro_kb(0);
printf(lcd_putc, "\fTemp Solda\n==> %lims", X);
delay_ms(1000);

//INICIO

while(1)

{

output_low(PIN_C2);    //sem alimentação nas resistencias
output_low(PIN_C1);    //desliga pistao

Z = AD0();
delay_ms(20);
Z = (Z/2);
Y = AD1();
delay_ms(20);
Y = (Y/2);

printf(lcd_putc, "\fTAmb:%li TRes:%li\n", Y,Z);
printf(lcd_putc, "Temp Solda:%li", X);

delay_ms(1000);

do
{
aux = input(PIN_D0);                //entrada um em D0 sensor presença
                                //prende um loop até que DO = 1
}while(aux == 0);

output_low(PIN_C0);                //esteira deve ser parada
delay_ms(1000);
output_high(PIN_C1);                //aciona o pistao

mensagem("\fComanda Pistao\nPara Esteira");

do
{
aux = input(PIN_D1);
}while(aux==0);                    //prende em loop ate que o sensor informa a
chegada do pistao

mensagem("\fPistao Chegou\nLiga Resistencia");

delay_ms(1000);

Z = AD0();

```



```

delay_ms(20);
Z = (Z/2);
Y = AD1();
delay_ms(20);
Y = (Y/2);

delay_ms(1000);
printf(lcd_putc, "\fTAmb:%li TRes:%li\n", Y,Z);

output_high(PIN_C2);          //aciona as resistencias

if(X==2000) delay_ms(2000);
if(X==2500) delay_ms(2500); //conta o tempo determinado
if(X==3000) delay_ms(3000);
if(X==3500) delay_ms(3500);
if(X==4000) delay_ms(4000);
if(X==4500) delay_ms(4500);
if(X==5000) delay_ms(5000);
if(X==5500) delay_ms(5500);
if(X==6000) delay_ms(6000); //conta o tempo determinado
if(X==6500) delay_ms(6500);
if(X==7000) delay_ms(7000);
if(X==7500) delay_ms(7500);
if(X==8000) delay_ms(8000);
if(X==8500) delay_ms(8500);
if(X==9000) delay_ms(9000);

Z = AD0();
delay_ms(20);
Z = (Z/2);
Y = AD1();
delay_ms(20);
Y = (Y/2);

printf(lcd_putc, "\fTAmb:%li TRes:%li\n", Y,Z);

delay_ms(2000);

output_low(PIN_C2); //desliga as resistencias
delay_ms(1000);
output_low(PIN_C1); //recolhe o pistao

mensagem("\fDesliga Res.\nPistao Recua");

do
{
aux = input(PIN_D2);

```

```
    }while(aux==0);          //prende em loop até que o sensor de fim de curso
    seja acionado

    output_high(PIN_C0);      //libera a esteira para ser acionada

    mensagem("\nLibera Esteira\nPistao Recuado");

    do
    {
        aux = input(PIN_D0);
        }while(aux==1);      //prende ate que o sensor de presença seja
    liberado

}
}
```