



UNIVERSIDADE LUTERANA DO BRASIL  
PRÓ-REITORIA DE GRADUAÇÃO  
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA ELÉTRICA



FÁBIO CÉSAR PEREIRA FERNANDES

APLICADOR DE COLA PVA COM CONTROLE ELETRÔNICO

Canoas, dezembro de 2008.



FÁBIO CÉSAR PEREIRA FERNANDES

APLICADOR DE COLA PVA COM CONTROLE ELETRÔNICO

Trabalho de Conclusão de Curso  
apresentado ao Departamento de  
Engenharia Elétrica da ULBRA como um dos  
requisitos obrigatórios para a obtenção do  
grau de Engenheiro Eletricista

**Departamento:**

Engenharia Elétrica

**Área de Concentração**

Engenharia de Automação

**Professor Orientador:**

MSc. Engenheiro Eletr. Augusto A. D. de Mattos – CREA-RS: 88003

Canoas 2008



## FOLHA DE APROVAÇÃO

**Nome do Autor:** Fábio César Pereira Fernandes

**Matrícula:** 932101097-1

**Título:** Aplicador de cola pva com controle eletrônico

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Departamento de Engenharia Elétrica da ULBRA como um dos requisitos obrigatórios para a obtenção do grau de Engenheiro Eletricista

**Professor Orientador:**

MSc Engenheiro Eletr. Augusto A. D de Mattos

CREA-RS: 88003

**Banca Avaliadora:**

Dr. Eng. Eletr. João Carlos Verneti dos Santos

CREA-RS: 079005-D

Conceito Atribuído (A-B-C-D):

MSc Engenheiro Eletr. André Luís Bianchi

CREA-RS: 089197

Conceito Atribuído (A-B-C-D):

**Assinaturas:**

---

Autor

Fábio César Pereira Fernandes

---

Orientador

Augusto A. D de Mattos

---

Avaliador

João Carlos Verneti dos Santos

---

Avaliador

André Luís Bianchi

Relatório Aprovado em:



## **DEDICATÓRIA**

Dedico a minha esposa Jacqueline e a meus filhos Fabrício e Gabriel.



## **AGRADECIMENTOS**

A minha esposa Jacqueline e a meus filhos Fabrício e Gabriel pelo incentivo e paciência que tiveram comigo neste período.

A todos que colaboraram direta ou indiretamente na elaboração deste trabalho, o meu reconhecimento.

Ao Professor Augusto pelo estímulo, dedicação e esforço pessoal proporcionado.



## EPÍGRAFE

“ ”  
.

*O autor*



## RESUMO

FERNANDES, **Aplicador de Cola PVA com Controle Eletrônico**. Trabalho de Conclusão de Curso em Engenharia Elétrica - Departamento de Engenharia Elétrica. Universidade Luterana do Brasil. Canoas, RS.

Neste projeto foi desenvolvido um sistema de aplicação de cola PVA para embalagens de papel. Este equipamento é composto por um sistema de aplicação com bombeamento por ar comprimido e um bico aplicador desenvolvido para trabalhar em baixa pressão. Dois sensores para detecção da passagem das embalagens pelos pontos chave do sistema a partir de onde é referenciada a aplicação da cola PVA. Com esta estrutura de hardware e software foi possível desenvolver um equipamento que agiliza a parametrização do trabalho que vai ser colado sem a possibilidade de haver erros na digitação dos parâmetros uma vez que o sistema faz uma leitura prévia do trabalho a ser executado.. Esse conjunto é controlado por um *hardware* microcontrolado baseado no microcontrolador PIC16F877A. O tamanho da aplicação da cola PVA é programado pelo usuário de modo simples e rápido.

**Palavras chave:** Aplicador de cola. Sistema de aplicação. Microcontrolador. Cola PVA. Bico aplicador.



## ABSTRACT

FERNANDES, **Applicator of PVA Glue with Electronic Control.**  
Completion of course work in Electrical Engineering - Department of Electrical Engineering. Lutheran University of Brazil. Canoas, Brazil.

In this project was developed a system of application of PVA glue for packaging paper. This equipment consists of a system of application with pumping by compressed air and a nozzle applicator designed to work in low pressure. Two sensors to detect movement of packages by key points of the system from which you referenced the application of PVA glue. With this structure of hardware and software has been possible to develop a device that speeds up the parameterization of work that will be pasted without the possibility of typing errors in the data once the system is a prior reading of the work to be done. This set is controlled by a microcontroller hardware based on the PIC16F877A microcontroller. The size of the application of PVA glue is programmed by the user simply and quickly.

Key words: Applicator of glue. System implementation. Microcontroller. PVA glue. Nozzle applicator.



## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 2.0: Sistema de aplicação com disco .....	18
Figura 2.1: Conjunto aplicador com disco em funcionamento .....	18
Figura 2.1a: Disco aplicador acoplado ao eixo de tração .....	19
Figura 2.2: Vista superior do disco aplicador com raspador acoplado .....	19
Figura 2.3: Sistema aplicador com controle eletrônico completo .....	21
Figura 2.4: Bico aplicador Nordson para Hot melt .....	23
Figura 2.5: Conjunto de 4 bicos acionados simultaneamente .....	23
Figura 2.6: Conjunto aplicador utilizado no projeto .....	24
Figura 2.7: Encoder .....	25
Figura 2.8: Sinal do encoder .....	25
Figura 2.9: Conjunto encoder e disco de acoplamento .....	26
Figura 2.10: Reservatório de cola .....	26
Figura 2.11: Bomba de pressurização de cola PVA .....	27
Figura 3.1: Diagrama de blocos do sistema implementado .....	28
Figura 3.2: Kit ACPI40 completo .....	29
Figura 3.3: Diagrama elétrico dos acoplamentos .....	30
Figura 3.5: Sensor de posicionamento .....	31
Figura 3.6: Encoder e disco acoplador .....	32
Figura 3.7: Sistema de tração .....	32
Figura 3.8: Bico aplicador .....	33
Figura 3.10: Controle em modo programação .....	34
Figura 3.11: Embalagem para duas aplicações .....	35
Figura 3.12: Controle em modo operação .....	35
Figura 4.1: Gráfico do tempo de atraso na abertura do bico aplicador .....	36
Figura 4.2: Gráfico do tempo de atraso no fechamento do bico aplicador .....	37
Figura 4.3: Gráfico do erro percentual na aplicação de 50mm .....	37
Figura 4.5: Gráfico do erro percentual na aplicação de 100mm .....	38
Figura 4.6: Gráfico do erro percentual na aplicação de 30mm .....	38
Figura 4.7: Fluxograma da rotina de programação .....	40
Figura 4.8: Fluxograma da rotina de operação .....	41
Figura 4.9: Fluxograma geral do sistema implementado .....	42







## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Tempos de atraso na abertura do bico aplicador .....	65
Tabela 2 – Tempos de atraso no fechamento do bico aplicador .....	66
Tabela 3 – Resultados da aplicação de 50mm.....	67
Tabela 4 – Resultados da aplicação de 30mm.....	68
Tabela 5 – Resultados da aplicação de 100mm.....	69



## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

Ppr- pulsos por revolução

Mpm- metros por minuto

PVA- acetato de polivinil

ns- nano segundo

IHM- Interface homem máquina





## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>16</b>
<b>2 SISTEMAS DE APLICAÇÃO DE COLA.....</b>	<b>17</b>
<b>2.1 DISPOSITIVOS OU SISTEMAS DE APLICAÇÃO DE COLA PVA.....</b>	<b>17</b>
2.1.1 Sistemas de aplicação com disco .....	17
2.1.2 Sistemas de aplicação com controle eletrônico.....	20
2.1.3 Modo de operação dos sistemas comerciais utilizados.....	22
<b>2.2 COMPONENTES DO SISTEMA .....</b>	<b>22</b>
2.2.1 Bico aplicador eletromecânico.....	22
2.2.2. Encoder.....	24
2.2.3 Disco de acoplamento.....	25
2.2.4 Reservatório de cola .....	26
2.2.5 Bomba de pressurização.....	27
<b>3 DESCRIÇÃO DO SISTEMA.....</b>	<b>28</b>
<b>3.1 Diagrama de blocos .....</b>	<b>28</b>
3.2 Kit microcontrolador AC PIC40.....	28
3.3 Circuitos de acoplamento.....	29
3.4 Chave de seleção programação/operação.....	30
3.5 Sensores de posicionamento .....	30
3.6 Encoder .....	31
3.7 Sistema de tração .....	32
3.8 Bico aplicador.....	33
3.9 Cola PVA.....	34
3.10 Funcionamento.....	34



<b>4 RESULTADOS.....</b>	<b>36</b>
4.1 RESULTADOS DOS ENSAIOS .....	36
4.2 ENSAIOS DE APLICAÇÃO .....	37
4.3 DESCRIÇÃO DO SOFTWARE .....	39
<b>5 CONCLUSÃO .....</b>	<b>43</b>
<b>OBRAS CONSULTADAS .....</b>	<b>45</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>46</b>
ANEXO A – DIAGRAMA ELÉTRICO DO KIT ACPIC40 .....	46
ANEXO B – FICHA TÉCNICA DA COLA PVA.....	48
ANEXO C – CODIGO FONTE DO SOFTWARE UTILIZADO.....	50
ANEXO D – DATA SHEET DO SENSOR DE POSICIONAMENTO.....	63
ANEXO E – TELAS DE PARAMETRIZAÇÃO DE SISTEMAS COMERCIAIS .....	64



## 1 INTRODUÇÃO

Com a necessidade do aumento de produtividade em todos os segmentos industriais, o setor de embalagens de papel cartão também foi levado a melhorar sua eficiência, e para tanto, se fez necessário investimentos em novas tecnologias. A área de fechamento das embalagens em papel cartão tem evoluído, onde os aplicadores de cola PVA com controle mecânico estão sendo substituídos pelos sistemas eletrônicos de maior eficiência e precisão.

Hoje no Brasil, pode se afirmar que a maioria esmagadora dos sistemas de aplicação de cola PVA são importados ou são sistemas mecânicos, que limitam as possibilidades de aplicação. O que se tem hoje, no mercado, é um sistema de aplicação de cola PVA para embalagens de papel cartão pelos métodos: um disco aplicador (método mecânico) e aplicadores eletrônicos.

O trabalho desenvolveu um sistema de aplicação de cola PVA, que apresenta uma fácil operação quando comparado com os sistemas existentes e que é economicamente viável, também para empresas de menor porte. O sistema foi construído a partir de um microcontrolador que faz duas funções principais; a primeira, que é interpretar a informação da localização do ponto de início, extensão e finalização da aplicação da cola PVA. E a segunda função é aplicar a cola conforme a informação passada no momento da programação.

O sistema de aplicação possui um depósito para cola PVA, um bico aplicador, um encoder, fotocélulas e um sistema mecânico para reproduzir em menor escala o deslocamento da embalagem durante a aplicação da cola PVA.

No capítulo 2 serão apresentadas algumas informações sobre os equipamentos analisados e utilizados para a realização deste projeto, bem como as diferenças entre os equipamentos similares existentes no mercado e o projeto desenvolvido. No capítulo 3 serão discutidas as diversas partes de hardware que compõem o projeto. Pode-se citar como elementos de hardware o teclado, bico aplicador de cola, reservatório de cola e pressão para aplicação da cola e sistema mecânico de tração do protótipo. Na conclusão são apresentados os resultados obtidos e também algumas sugestões de melhorias ao projeto.



## **2 SISTEMAS DE APLICAÇÃO**

### **2.1 DISPOSITIVOS OU SISTEMAS DE APLICAÇÃO DE COLA PVA**

Com o aumento do volume de produção, a maior exigência de qualidade e a diversificação dos modelos de embalagens na indústria gráfica, esta aumentou significativamente seus investimentos em equipamentos mais modernos e entre estes equipamentos surgiu o objeto de grande interesse que são os aplicadores de cola para fechamento de embalagens de papel.

Existem três métodos de aplicação de cola para o fechamento de embalagens de papel na indústria gráfica, que se distribuem também pelos vários modelos de embalagens desenvolvidas até o momento. Este trabalho visa nacionalizar e reduzir os custos do processo de colagem das embalagens do tipo cartucho que são utilizadas em produtos classificados como medicamentos, perfumaria e alimentícios.

Os sistemas mais comuns de aplicação de cola são os métodos: Contínuo com disco aplicador e com controle eletrônico de aplicação.

O adesivo ou cola podem ser do tipo “hot melt” (cola quente), PVA (cola branca) e ambas podem ser aplicadas pelos dois métodos mencionados acima, apenas sendo escolhido o equipamento adequado para cada tipo de temperatura e adesivo.

#### **2.1.1 Sistema de aplicação com disco**

O sistema de aplicação com disco opera de forma contínua, inserindo o adesivo em toda a área da aba de colagem, o que torna este processo limitado quanto à versatilidade e nos casos onde é possível uma variação da aplicação, esta ainda depende de ajustes mais demorados. Na figura 2.0 é mostrado o desenho simplificado do sistema de aplicação de cola com disco.

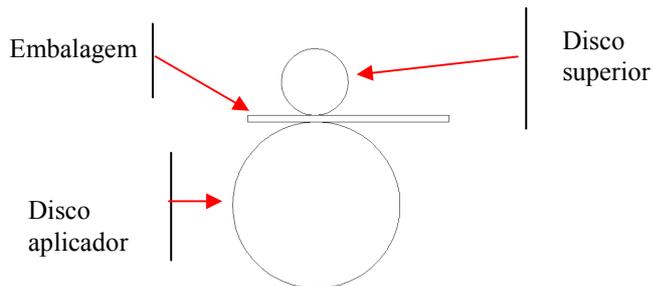


Figura 2.0 Sistema de aplicação de cola com disco.

Através da figura 2.1 pode-se observar o adesivo sendo retirado do reservatório pelo disco aplicador (onde existem pequenas ranhuras que servem como depósito) e em seguida, depositando-o na aba de colagem do cartucho. Na figura 2.1.a é mostrado o disco de aplicação sem o reservatório.

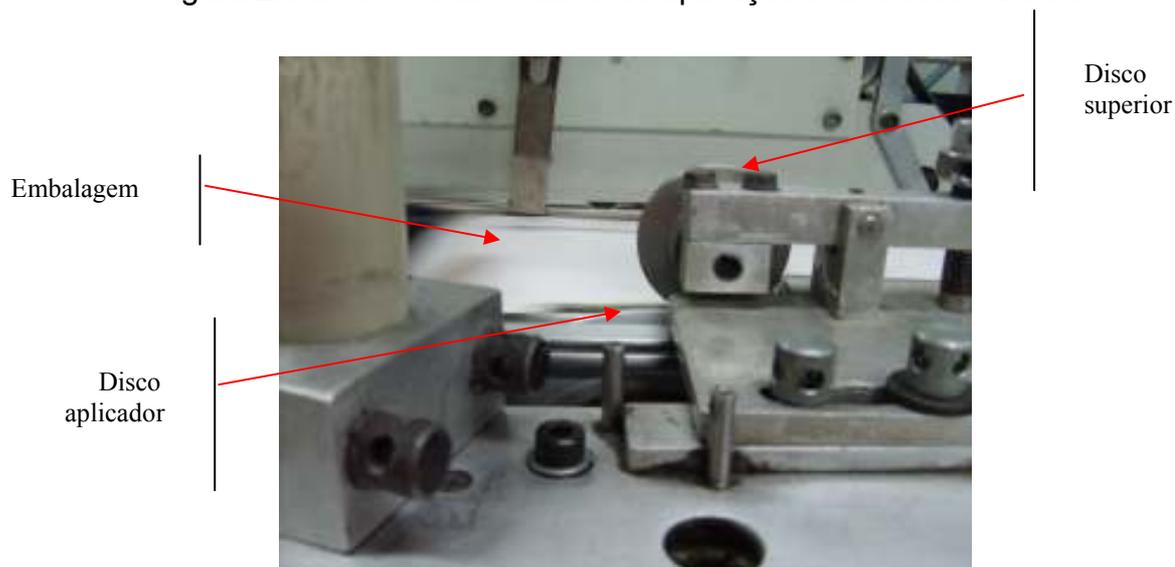
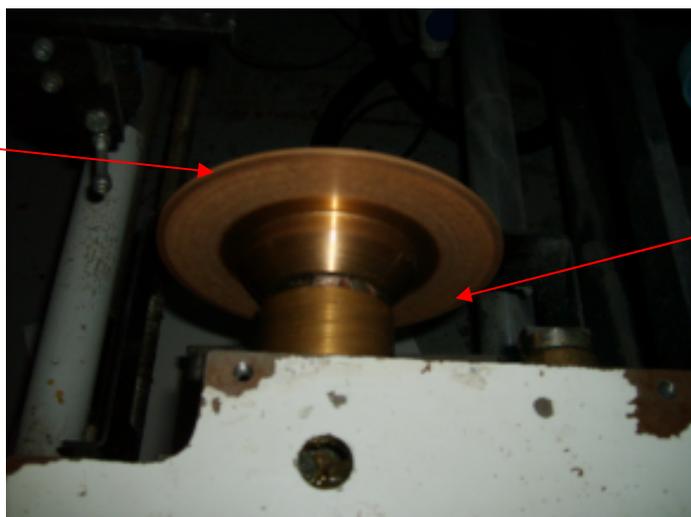


Figura 2.1 conjunto aplicador com disco em funcionamento



Disco aplicador sem o reservatório de cola

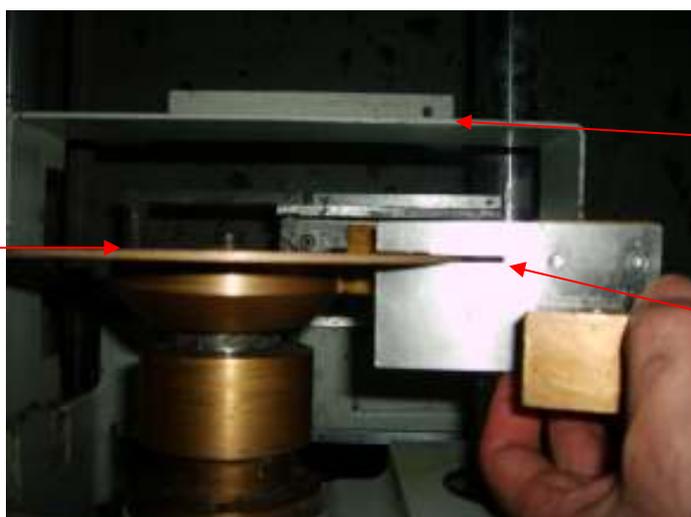


Área do reservatório

Figura 2.1a Disco aplicador acoplado no eixo de tração

O processo de aplicação com disco é um sistema totalmente mecânico, onde o disco aplicador está girando na mesma velocidade linear da embalagem com sua parte inferior imersa no adesivo dentro do reservatório, e ao mesmo tempo, a parte superior que estava banhada pelo adesivo, já teve suas laterais limpas por dois raspadores (figura 2.2), que deixam o adesivo somente na parte do topo do disco aplicador na quantidade ajustada por um terceiro raspador, que limita a quantidade de cola PVA aplicada na aba de colagem. Este método não permite que se tenha um limite no comprimento da aplicação (parte da aba de colagem sem aplicação de cola).

Disco aplicador no reservatório de cola



Reservatório

Raspador lateral

Figura 2.2 Vista superior do disco aplicador com raspador acoplado



No sistema de aplicação do adesivo “hot melt” com disco, o conjunto de aplicação funciona de maneira análoga ao anterior, porém com a adição de um conjunto de aquecimento no interior do reservatório para manter o adesivo na temperatura correta de uso que fica em torno de 160°C.

**Vantagens:**

- Praticamente não tem limite de velocidade para a aplicação.
- Facilidade de ajuste para aplicações sem reserva de área de colagem.

**Desvantagens:**

- Não pode ser usado em aplicações que exigem reserva da área de colagem.
- Manutenção do sistema é freqüente em função dos desgastes mecânicos.
- As manutenções em geral são demoradas.

**2.1.2 Sistema de aplicação com controle eletrônico**

Os sistemas de aplicação de cola com controle eletrônico são utilizados em trabalhos onde é necessário deixar uma ou mais áreas da aba de colagem sem cola. Para isto o sistema utiliza aplicadores eletromecânicos e um controle eletrônico que, funciona em conjunto com um sensor ótico e um encoder. Uma das dificuldades destes sistemas está na programação, onde é preciso percorrer diversos menus e preencher os parâmetros a fim de introduzir toda a informação que o dispositivo utiliza para iniciar e terminar a aplicação do adesivo no ponto exato da aba de colagem. Na figura 2.3, é visualizado um sistema de aplicação com controle eletrônico.

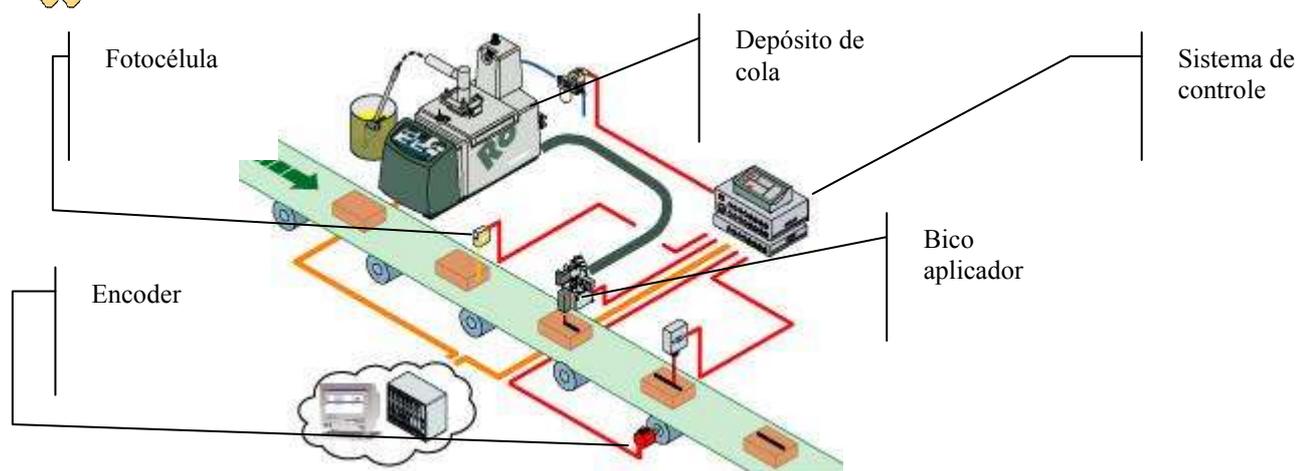


Figura 2.3 Sistema de aplicação com controle eletrônico completo

Os sistemas de aplicação de “hot melt” com controle eletrônico, funcionam de modo análogo ao sistema de cola PVA, porém com as modificações necessárias ao controle de temperatura do adesivo e tanque de abastecimento.

#### **Vantagens:**

- O sistema é mais flexível e pode ser usado em qualquer aplicação.
- Exige pouca manutenção.
- Manutenção do sistema é rápida.
- Tem boa repetibilidade.

#### **Desvantagens:**

- Alto custo de aquisição.
- Requer mais treinamento para operação.
- É mais suscetível a falhas devido à qualidade do adesivo.
- Tem um tempo de ajuste maior na mudança de trabalho, em função dos diversos parâmetros a serem verificados. Para visualizar as telas de programação verificar o anexo E.



### **2.1.3 Modo de operação dos sistemas comerciais utilizados**

A parametrização do trabalho a ser colado é feita pelo teclado, onde são inseridos os dados como distância entre o bico aplicador e o sensor, a distância entre o início da embalagem e o ponto de início da aplicação, o tamanho da aplicação e o espaço entre as aplicações . Estas distancias devem ser medidas manualmente (régua).

Depois de parametrizado o programa do aplicador se encarrega de acionar o bico aplicador no momento exato, levando em conta além dos parâmetros introduzidos pelo operador, também os tempos de atraso na abertura e fechamento do bico aplicador.

Os sistemas de aplicação de cola utilizados hoje, utilizam um método de bombeamento do adesivo por meio de cilindros pneumáticos ou bombas de engrenagens que mantém a pressão da linha de cola pronta para sair pelo bico aplicador, assim que este for acionado.

## **2.2 Componentes do sistema**

### **2.2.1 Bico aplicador eletromecânico**

É um dos elementos fundamentais no sistema de aplicação com controle eletrônico de cola PVA, sendo utilizado por todos os fabricantes deste tipo de equipamento. Os bicos aplicadores são todos muito semelhantes e são construídos com uma agulha que veda o orifício na saída do bico , o que impede que o adesivo saia enquanto não há um comando na bobina solenóide, que levanta a agulha e libera a saída do adesivo. Em alguns modelos a bobina solenóide comanda uma eletro válvula que libera ar comprimido para suspender a agulha de vedação. Na figura 2.4 e 2.5 tem-se exemplos de bicos aplicadores eletromecânicos.



Figura 2.4 Bico aplicador da marca Nordson para Hot melt



Figura 2.5 Conjunto de 4 bicos, sendo acionados no mesmo instante

Neste trabalho utiliza-se como bico aplicador um dispositivo regulador da injeção de combustível para motores de combustão com as modificações necessárias que permitisse utilizá-lo como tal. Na figura 2.6 é mostrado o bico aplicador usado como solução inicial do projeto.

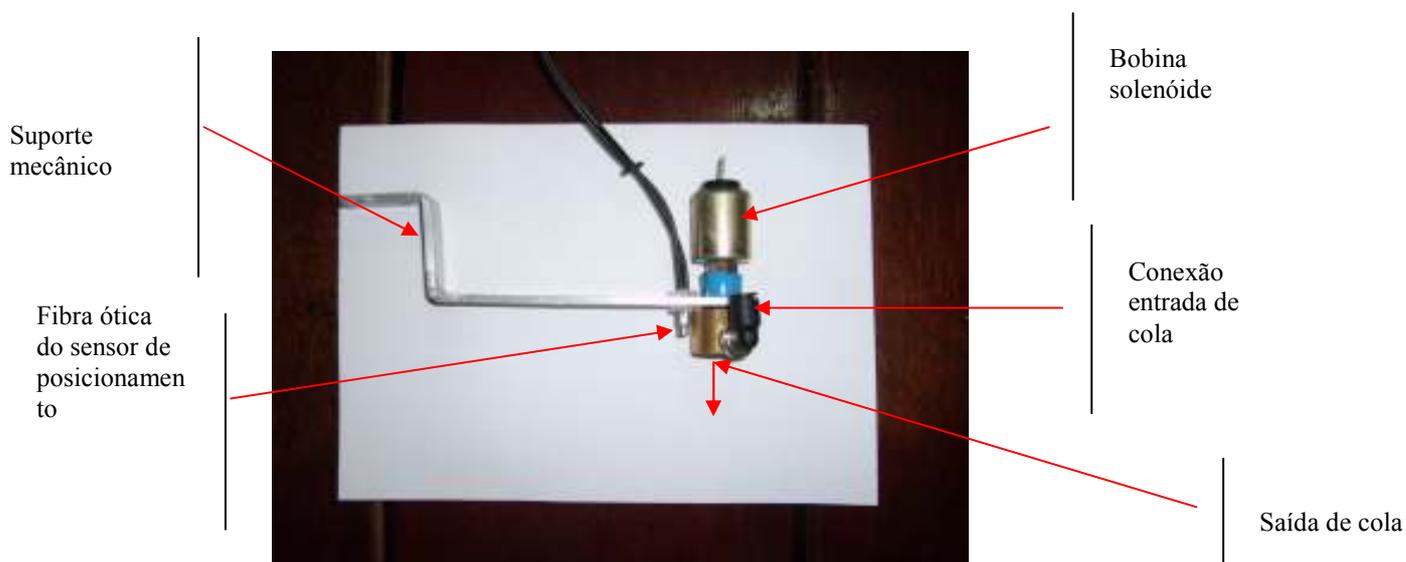


Figura 2.6 Conjunto aplicador utilizado no projeto desenvolvido

### 2.2.2 Encoder

Elemento que dá a informação de posicionamento e velocidade das embalagens (figura 2.7) dentro da máquina de fechamento para todos os sistemas de aplicação com controle eletrônico de todos os fabricantes. Para isto é fixado a um disco que é acoplado às correias que transportam a embalagem, de modo que o encoder gire na mesma velocidade da embalagem.

O encoder gera uma informação em forma de pulsos elétricos (figura 2.8), que são lidos pelo sistema eletrônico.

Um fator importante no encoder utilizado em qualquer sistema de medição é a resolução deste (número de impulsos gerados a cada giro completo no eixo do encoder). A resolução mais comum utilizada nos sistemas de aplicação de cola é de 500ppr. No sistema desenvolvido neste trabalho foi utilizado um encoder com 1024ppr para melhorar a precisão da aplicação.



Figura 2.7 Encoder

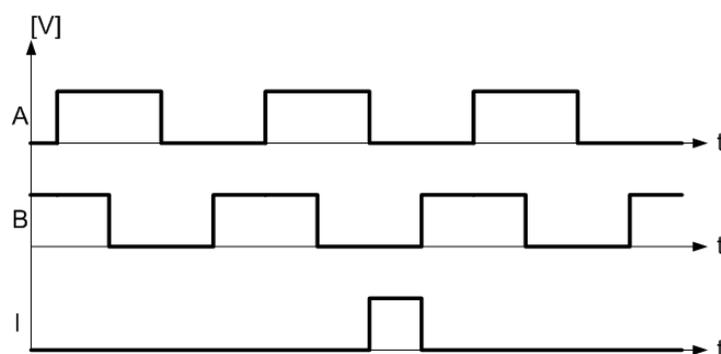


Figura 2.8 sinal do encoder

### 2.2.3 Disco de acoplamento

O disco de acoplamento é o elemento mecânico que faz a conexão entre a correia que transporta a embalagem e o encoder, a partir de onde saem todas as referências de velocidade e deslocamento dos sistemas utilizados. Normalmente, é utilizado um disco com diâmetro de aproximadamente 160mm, que proporciona 500mm por rotação que conectado ao encoder gera ao circuito de controle um pulso por milímetro. Na figura 2.9 são mostrados um disco de acoplamento e um encoder.

Disco  
acoplador

Encoder

Figura 2.9 Conjunto encoder e disco de acoplamento

#### 2.2.4 Reservatório de cola

Este reservatório, nos sistemas comerciais atuais, tem a única função de armazenamento do adesivo, quando se trata de cola PVA e tem capacidade de 20kg. O reservatório também possui um sensor de nível de cola e uma válvula de retenção, que auxilia no correto funcionamento da bomba de pressão que transporta a cola até o bico aplicador. Na figura 2.10 pode-se visualizar um reservatório de cola PVA.

Reservatório  
de cola PVA

Figura 2.10 Reservatório de cola fabricado pela HHS

Quando se trabalha com “hot melt” o reservatório também tem a função de derretimento da cola que vem na forma de grãos ou tabletes e controle da temperatura das mangueiras que levam o adesivo já fundido até o bico aplicador.

### 2.2.5 Bomba de pressurização

O sistema de pressurização succiona o adesivo do reservatório pelo seu canal de entrada e o mantém sob pressão de sua saída até o bico aplicador por uma mangueira que une os dois pontos. Na figura 2.11 é mostrada uma bomba que funciona por acionamento pneumático, que utiliza um cilindro e válvulas de retenção para manter a pressão constante na saída da mesma em torno de 5kgf/cm<sup>2</sup>. A pressão neste modelo de bomba é mantida pelo equilíbrio entre o valor da pressão do ar comprimido regulada na entrada da bomba e a pressão da cola na saída do sistema.

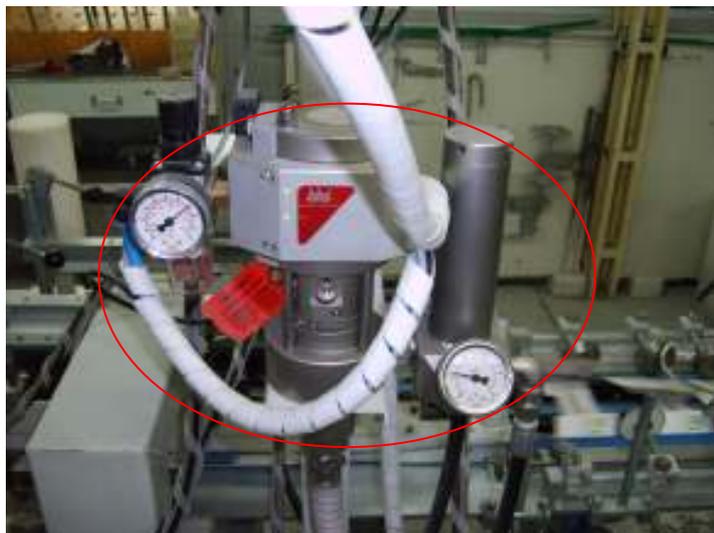


Figura 2.11 Bomba de pressurização de cola PVA nos sistemas da marca HHS

### 3 DESCRIÇÃO DO SISTEMA

#### 3.1 DIAGRAMA DE BLOCOS

Na figura 3.1 segue o diagrama de blocos simplificado do projeto para um entendimento mais fácil do funcionamento do projeto.

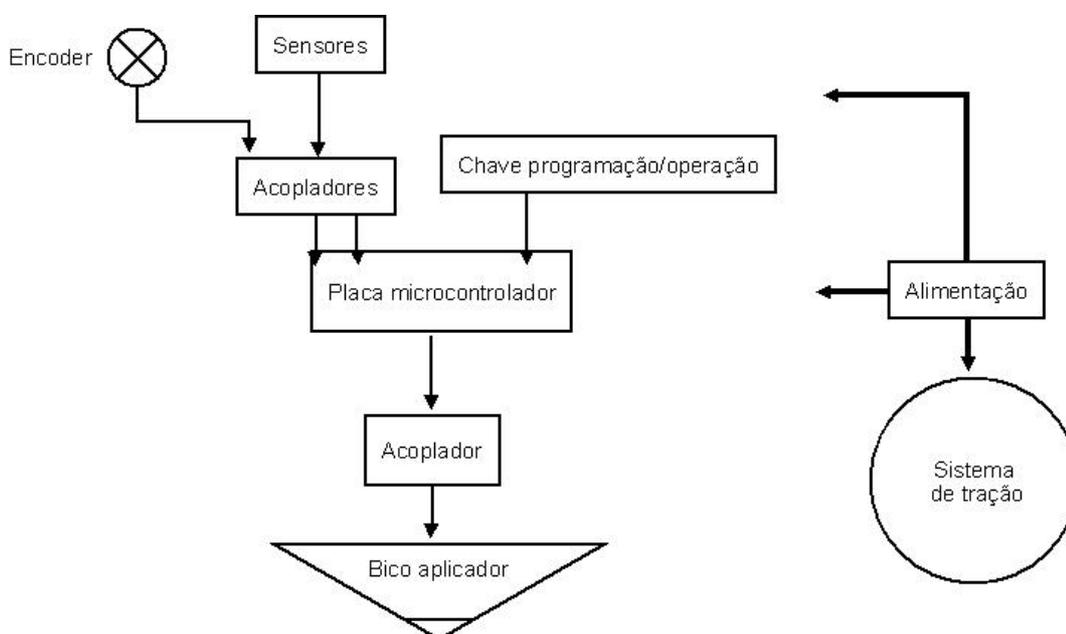


Figura 3.1 Diagrama de blocos do sistema implementado

O sistema é formado pelas partes a seguir: Encoder, sensores óticos, kit de microcontrolador PIC, chave de programação, placa de acoplamento, bico aplicador e sistema de tração. Entre os sensores, bico aplicador e encoder existem circuitos condicionadores para o acoplamento elétrico e mudança de níveis de tensão.

#### 3.2 kit Microcontrolador ACE PIC40

O kit do microcontrolador tem por função controlar todos os sinais de entrada e saída do sistema realizando todo trabalho de cálculo necessário para que a



aplicação seja bem sucedida. Este kit microcontrolado funciona em torno do microcontrolador da família PIC16F877A com um clock de 20Mhz e uma memória Flash de 8kBytes mais 368bytes de memória RAM, 256bytes de memória EEPROM.

A placa do microcontrolador possui também um conjunto de display de sete segmentos, quatro portas de entrada e saída configuráveis, uma porta de comunicação serial utilizada para programação do PIC. Na figura 3.2 é mostrado o kit utilizado no desenvolvimento do projeto. No anexo A é mostrado o circuito esquemático completo do kit ACEPIC40.



Figura 3.2 kit ACPI40 completo

O microcontrolador PIC16F877A, possui três timers e podem ser utilizadas até quinze interrupções, além de possuir um conjunto de apenas trinta e cinco instruções com um ciclo de instrução de 200ns.

### 3.3 Circuitos de acoplamento

Neste projeto foram utilizados quatro circuitos de acoplamento e isolação entre o kit do microcontrolador e os circuitos de entrada e saída, uma vez que estes trabalham com níveis de tensão diferentes e este é o modo mais seguro de operação entre os circuitos.

Os circuitos de acoplamento funcionam através do circuito 4N25 que tem sua entrada isolada da saída por meio de um circuito óptico. Na figura 3.3 é mostrado o diagrama elétrico dos circuitos de acoplamento.

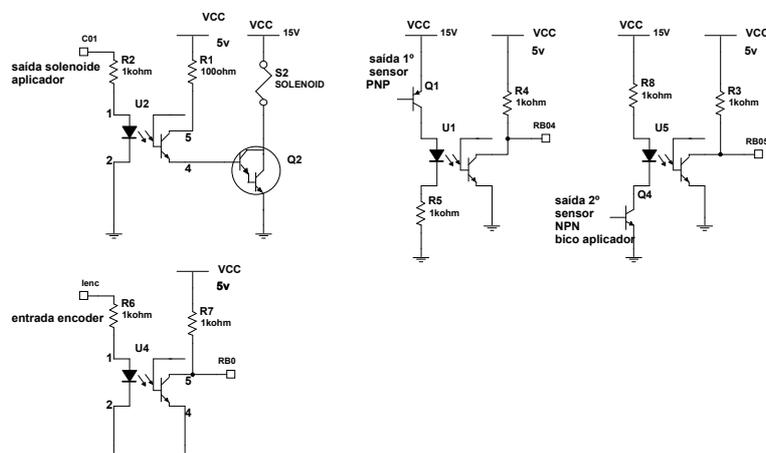


Figura 3.3 Diagrama elétrico dos acoplamentos eletrônicos utilizados no projeto

### 3.4 Chave seleção Programação/Operação

A chave de seleção tem como função no sistema, informar ao microcontrolador se o equipamento está no modo de operação ou programação. Esta chave foi ligada a um dos pinos do microcontrolador, e, estando em nível lógico “1” passa o sistema para o modo programação em nível “0” o sistema passa para o modo operação.

### 3.5 Sensores de posicionamento

Os sensores de posicionamento que foram utilizados no sistema aplicador são dispositivos que detectam a passagem da embalagem através de uma fibra ótica e informam ao microcontrolador se a embalagem já está dentro do sistema.

A distribuição destes sensores no equipamento é de grande importância para o correto funcionamento do sistema. Um sensor fica instalado exatamente ao lado da saída da cola no bico aplicador e o outro sensor deve ficar antes do bico aplicador respeitando a distância necessária para que o sistema consiga compensar

o tempo de atraso de acionamento do bico aplicador. Os sensores utilizados são da marca OMRON modelo E3S-X3CE4 e podem ser visualizados na figura 3.5.



Figura 3.5 Sensor de posicionamento com fibra ótica

### 3.6 Encoder

O encoder utilizado no projeto é da marca Siemens modelo 1xp8001-1-1024 e é utilizado para gerar os pulsos que são usados pelo microcontrolador para medir o tamanho da aplicação de cola PVA. Este encoder gera 1024 pulsos a cada giro completo do seu eixo que está acoplado a um disco que faz o eixo do encoder girar na mesma velocidade da esteira transportadora da embalagem. O diâmetro do disco é de 159,15mm que nos fornece aproximadamente 2000pulsos por metro de embalagem deslocada.

O sinal do encoder é conectado na entrada RB0 do microcontrolador que é monitorado pela interrupção INT0. Na figura 3.6 é mostrado o conjunto do encoder e disco acoplador utilizados no projeto.

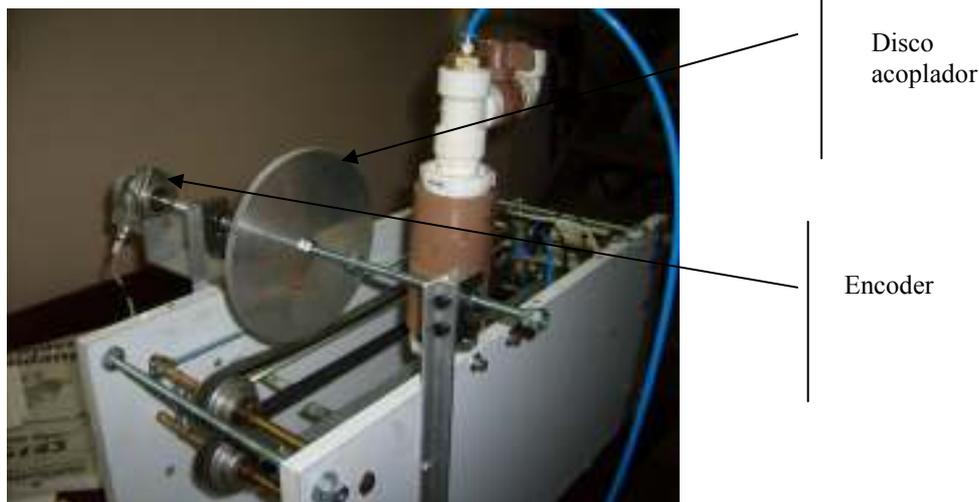


Figura 3.6 Encoder e disco acoplador

### 3.7 Sistema de tração

O sistema de tração utilizado no projeto tem a função de simular em menor escala o transporte das embalagens para a aplicação da cola pouco antes do seu fechamento. Para isto foi montado um sistema com um motor de corrente contínua alimentado por uma fonte de 24Vcc que movimenta duas correias que transportam as embalagens a uma velocidade que pode variar de 42,5mpm a 67mpm. A figura 3.7 mostra o sistema de tração.

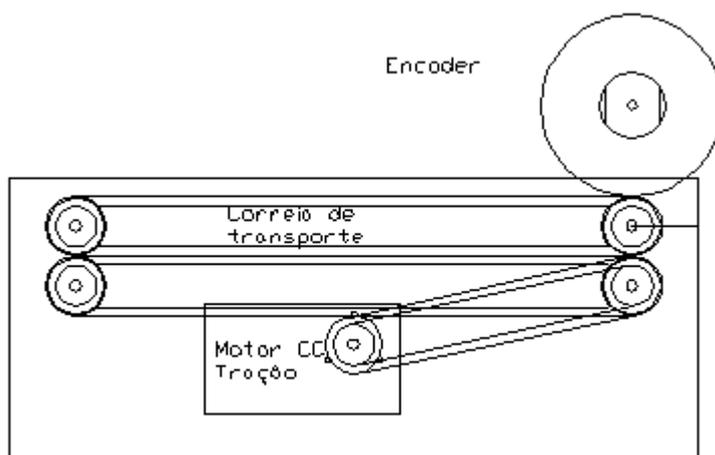


Figura 3.7 Sistema de tração utilizado no projeto

### 3.8 Bico aplicador

O bico aplicador utilizado no projeto foi desenvolvido para trabalhar com baixa pressão de ar comprimido (em torno de 0,5bar) e funciona com uma tensão de 12 volts cc em sua bobina.

O funcionamento do bico aplicador é bastante simples, onde a cola PVA entra pelo orifício lateral maior e é bloqueada pela agulha central no único ponto de saída e após a agulha ser suspensa pela bobina libera a saída da cola que está sob pressão do ar comprimido. O bico aplicador que foi utilizado tem um atraso de 35ms entre a energização da bobina e o toque da cola na embalagem, tempo este que deve ser compensado pelo sistema para que se minimize o erro na aplicação da cola. Como o bico aplicador é um dos componentes de valor mais expressivo no sistema com um todo, neste projeto utilizou-se um bico regulador do fluxo de gasolina de aplicação veicular. Isto permitiu o desenvolvimento de um bico aplicador de baixo custo e por isto de menor precisão, mas que não inviabilizou o desenvolvimento do sistema.

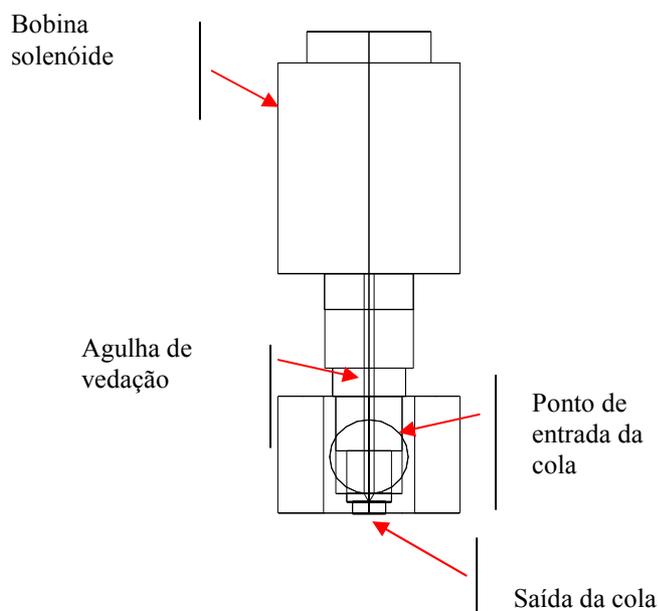


Figura 3.8 Bico aplicador desenvolvido para o projeto

### 3.9 Cola PVA

A cola PVA utilizada no projeto é desenvolvida especialmente para aplicação neste tipo de sistema e sua ficha técnica está no anexo B.

#### 3.10 Funcionamento

No sistema desenvolvido existem dois modos possíveis de operação:

##### Modo programação

Este modo de operação permite que o usuário do equipamento faça a programação da colagem de modo simples e rápido, sem a necessidade de digitar valores em telas com menus de programação.

Para fazer a programação basta colocar a chave “Operação/Programação” na posição programação (no display é mostrada a letra “P”) e em seguida fazer a leitura da embalagem onde será aplicada a cola. Após a passagem da embalagem um ponto decimal aparece ao lado da letra “P.” no display indicando que a programação está pronta. Notar que neste modo de operação ainda não há a aplicação da cola. Na figura 3.10 é mostrada esta condição do sistema.

Chave seleção  
Programação/Operação



Figura 3.10 Controle eletrônico em modo programação

##### Preparo da embalagem para programação

O preparo da embalagem onde será aplicada a cola é bastante simples, sendo necessário apenas que o usuário faça um recorte na embalagem no ponto onde deseja aplicar a cola PVA, conforme mostrado na figura 3.11 de modo que a área recortada passe embaixo dos sensores de posicionamento para que seja lida.

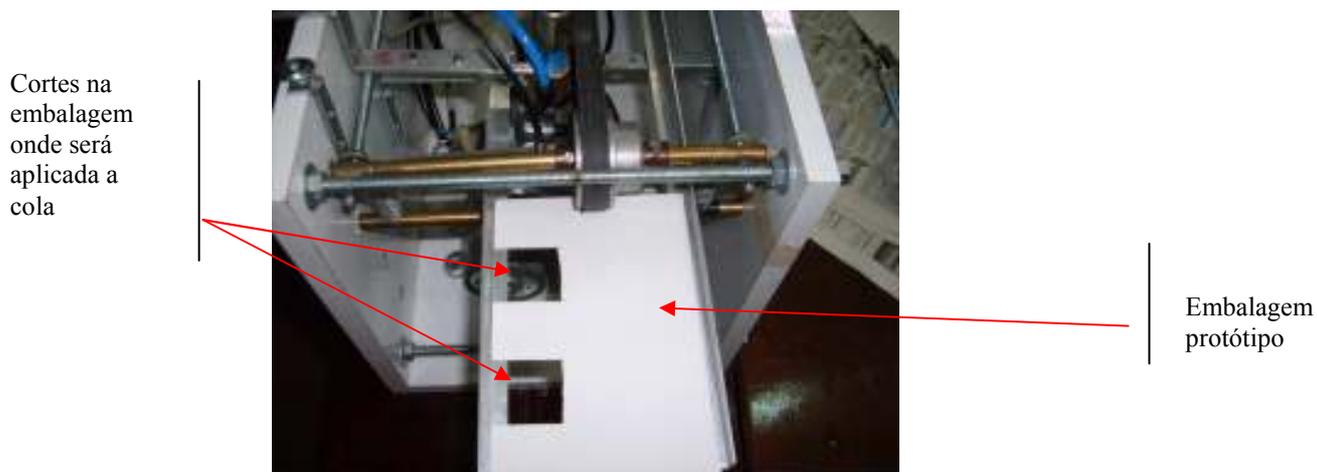


Figura 3.11 Embalagem com recorte para duas aplicações de cola

### Modo operação

No modo operação o usuário do equipamento pode fazer a aplicação da cola na embalagem conforme esta já tenha sido programada anteriormente no modo programação. Para isto basta que a chave “Operação/Programação” seja colocada na posição operação (no display é mostrada a letra “O.” indicando que o sistema está no modo operação e está programado). Na figura 3.12 é mostrada esta condição do sistema.

Chave seleção  
Programação/Operação



Figura 3.12 Controle eletrônico em modo operação com sinalização no display.

## 4 RESULTADOS DOS ENSAIOS

### 4.1 RESULTADOS DOS ENSAIOS

O primeiro ensaio realizado no desenvolvimento do projeto foi à análise do atraso na abertura e fechamento do bico aplicador em função de ser um fator importantíssimo para a realização das próximas etapas do desenvolvimento.

O teste de atraso na abertura e fechamento do bico aplicador foi realizado da seguinte forma:

Foi colocado o sensor de posicionamento alinhado com a saída da cola no bico aplicador, e, o circuito de acionamento do bico aplicador ligado de forma que o sinal elétrico para o acionamento do mesmo chegue com um atraso desprezível. Então colocando a esteira em velocidade constante aplica-se a cola na embalagem, e em seguida verifica-se a distância entre a borda da embalagem e o início da aplicação (se o atraso fosse zero a aplicação começaria na borda da embalagem). Com esta informação se consegue calcular o tempo de atraso na abertura e no fechamento do bico aplicador utilizando a velocidade aplicada no teste. Nas figura 4.1 e 4.2 são mostrados o resultado dos ensaios de abertura e fechamento do bico aplicador utilizado

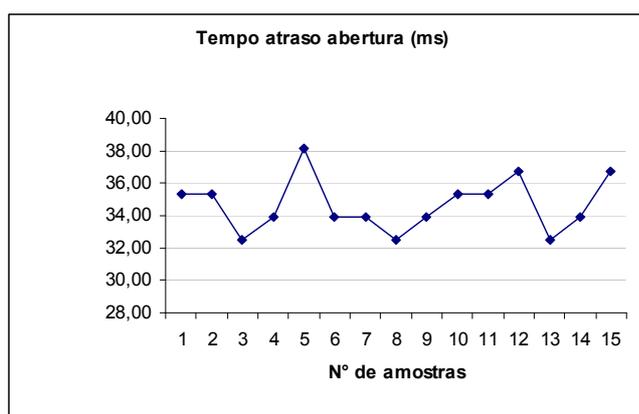


Figura 4.1 Gráfico do tempo de atraso na abertura do bico aplicador

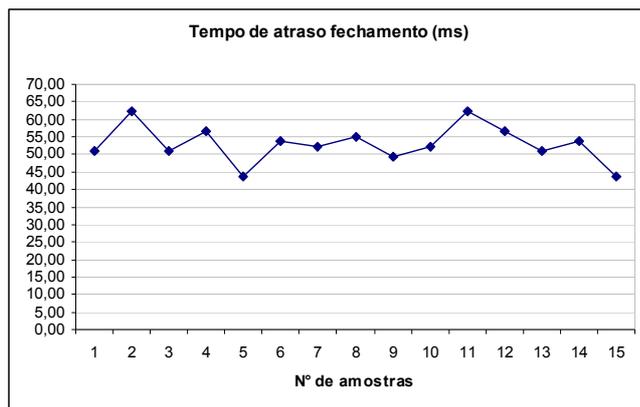


Figura 4.2 Gráfico do tempo de atraso no fechamento do bico aplicador

Tempo de abertura= espaço sem aplicação / velocidade da amostra = 34ms

Tempo de fechamento= espaço com aplicação / velocidade = 42ms

#### 4.2 ENSAIOS DE APLICAÇÃO

O segundo ensaio realizado foi o teste de aplicação de cola na embalagem protótipo para validação do software de compensação de atraso. Neste ensaio o software considera uma embalagem de 150mm de comprimento total e envia um comando de acionamento ao bico aplicador para iniciar a aplicação após 50mm da borda da embalagem protótipo, e, após iniciar mantém a aplicação por mais 50mm deixando os 50mm finais sem aplicação. Deste modo é possível verificar se o sistema de compensação de atraso do bico aplicador está funcionando. Na figura 4.3 é mostrado o gráfico do erro no início e no final da aplicação.

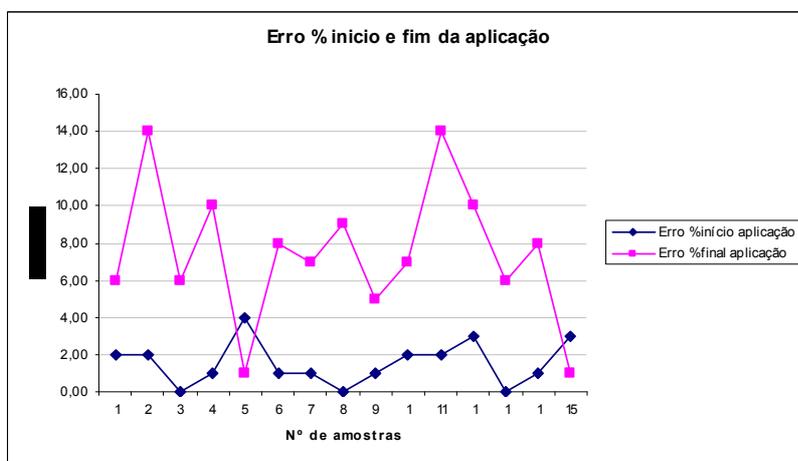


Figura 4.3 Gráfico do erro percentual na aplicação com 50mm.



O terceiro ensaio foi realizado depois do sistema finalizado, ou seja nesta etapa do projeto já foi testada a capacidade do equipamento “aprender” onde deve ser aplicada a cola PVA na embalagem ,e, o resultado final do projeto. Nas figuras 4.5 e 4.6 são mostrados os resultados dos ensaios com dois tamanhos de aplicação de cola na embalagem protótipo.

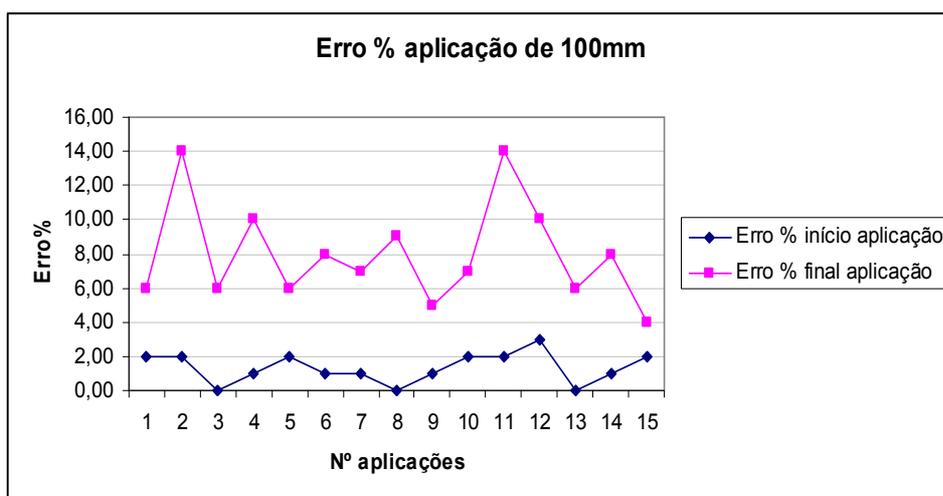


Figura 4.5 Erro percentual no início e final da aplicação de 100mm

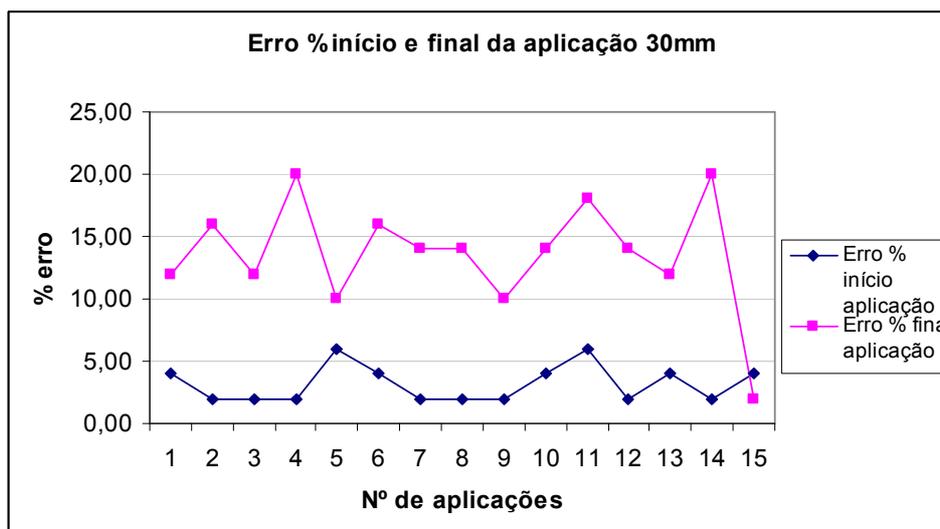


Figura 4.6 Erro percentual no início e final da aplicação de 30mm



### 4.3 Descrição do Software

O software possui duas rotinas principais, programação e operação.

Na rotina de programação o visor indica a mensagem P no display e fica executando uma função de espera até que alguma interrupção proveniente dos sensores venha a acontecer. Quando ocorre algum acionamento por meio dos sensores de posição, é feita uma chamada para tratamento das interrupções associadas e verifica-se qual dos sensores foi acionado. Se o sensor que foi acionado é o que se encontra isolado, ou seja, o primeiro no curso da embalagem a ser aplicada, então a rotina dispara o sistema de contagem que também é formado pela interrupção de chamadas externas (EXT0).

A primeira leitura dos pulsos é feita quando a embalagem atinge o sensor (junto a o bico aplicador) neste momento são contabilizados os pulsos como sendo os que determinam a distância entre os dois sensores (valor dado em pulsos do encoder).

A partir deste momento as próximas interrupções irão determinar os pontos de leituras dos intervalos com material e os intervalos recortados, onde se dará o armazenamento dos pontos para início do cálculo das aplicações. Também é armazenado o número de intervalos vazios (sem material) onde, por definição, se estabeleceu como sendo ponto de aplicação futura quando o mesmo estiver em modo de operação.

O processo de programação termina quando o visor apresenta a mensagem P e aciona um ponto decimal no mesmo dígito da mensagem. Se este ponto estiver desligado indica que nenhuma programação foi feita. Na figura 4.7 é mostrado o fluxograma de funcionamento da rotina de programação.

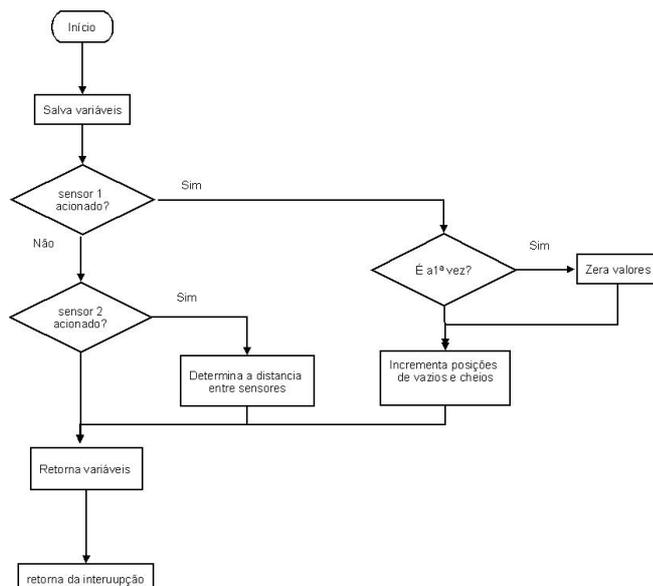


Figura 4.7 Fluxograma da rotina de programação

Passada a etapa de programação, o operador muda a chave de programação de posição indicando que o sistema entra em modo de operação. Neste modo o programa fica atualizando a mensagem de operação (O), enquanto aguarda pela chamada das interrupções provenientes dos sensores e efetua a leitura da velocidade que atua na compensação dos tempos de atraso do bico aplicador e também realiza o cálculo desta compensação. Chegando a embalagem para aplicação, é acionada a primeira foto-célula que dá início à contagem de pulsos que são constantemente comparados com os valores dos pontos inicial e final de cada aplicação. Esta rotina perdura até que se decida voltar com a chave para o modo de programação com o intuito de refazer a programação. Na figura 4.8 é mostrado o fluxograma da rotina de operação do sistema.

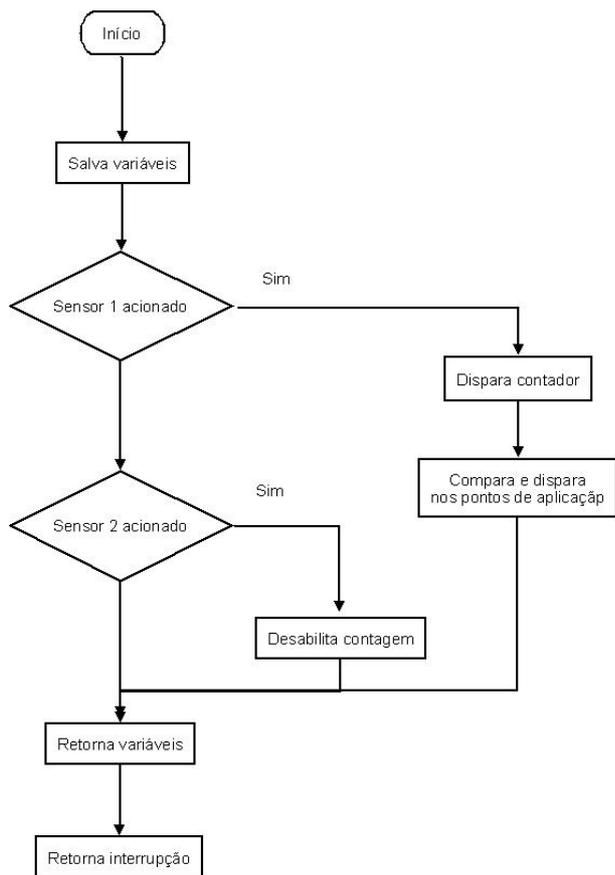


Figura 4.8 Fluxograma de funcionamento no modo operação.

Podemos visualizar o fluxograma de funcionamento geral do sistema implementado na figura 4.9. No anexo C está o programa fonte do software de implementação do projeto.

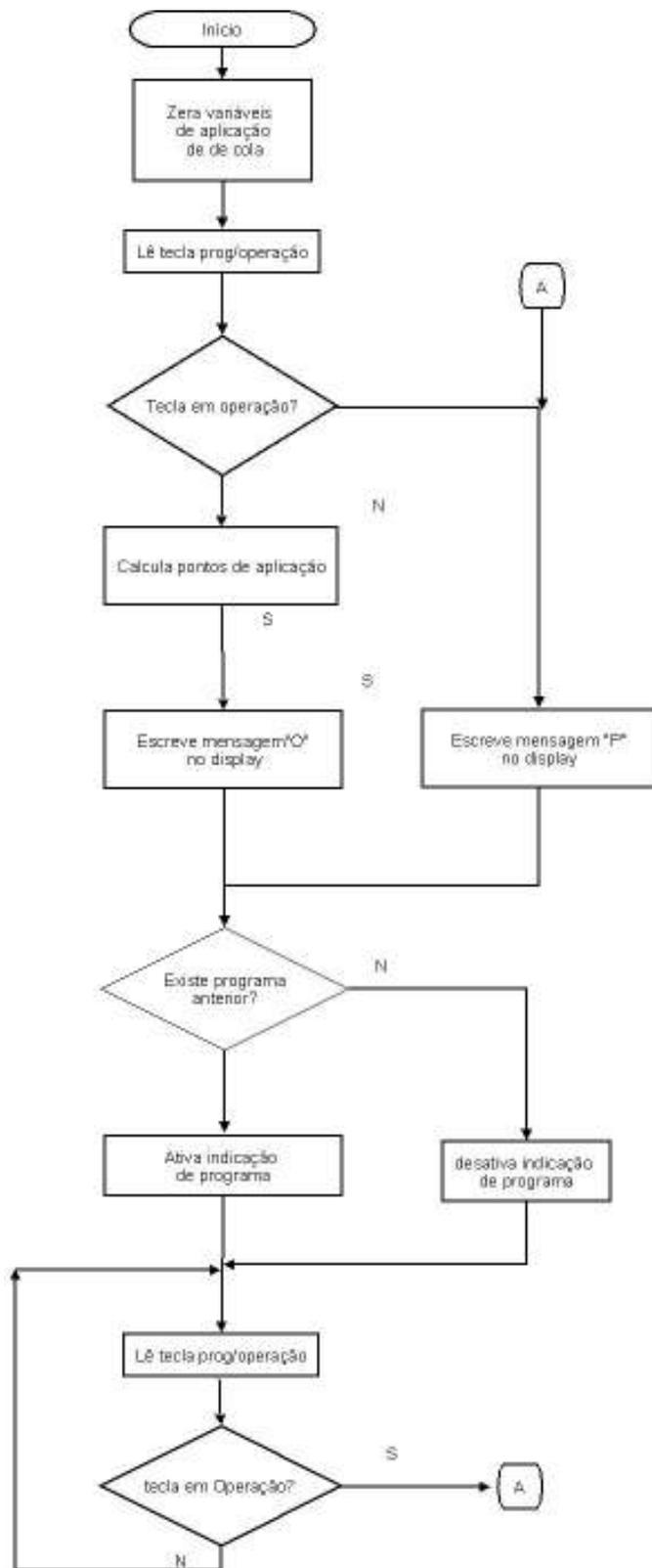


Figura 4.9 O fluxograma geral do sistema implementado



## 5 CONCLUSÃO

Ao término do projeto observou-se ser possível a elaboração de um sistema que consegue ser programado sem a utilização de interfaces gráficas e medições manuais, que demandam tempo e um conhecimento maior do operador do sistema. O sistema desenvolvido demonstra ser capaz de “aprender” onde o operador do sistema deseja aplicar a cola PVA.

O projeto foi desenvolvido em torno da reprodução em menor escala das condições encontradas em chão de fábrica da maioria das indústrias gráficas. Para isto foi construído um protótipo, utilizando polias correias que transportam a embalagem para aplicação de cola. Utilizando um kit do microcontrolador PIC16F77A que teve um desempenho dentro do esperado, controlando todas as funções necessárias ao funcionamento do sistema. Também foram utilizados dois sensores fotoelétricos com fibra ótica que foram acoplados ao microcontrolador que além de precisos tornam a aplicação mais flexível. Foi desenvolvido dispositivo aplicador a partir de um bico injetor de combustível automotivo, o qual deverá ser re-projetado para uma aplicação comercial futura.

Quanto à precisão da aplicação ficou evidenciado pelos ensaios que esta teve seus resultados comprometidos em função do desempenho irregular do bico aplicador, mais precisamente no final da aplicação onde foi verificado um erro médio de até 7,47%, para aplicações de 100mm de comprimento que no futuro deverá ter um projeto elaborado especialmente para este tipo de aplicação. Considerando o início da aplicação os resultados foram bem satisfatórios, onde foi verificado um erro médio de 1,53% com desvio padrão de 1,19% erro que está dentro do esperado para equipamentos deste tipo

Como sugestões de melhoria e projetos futuros podem ser mencionadas a implementação de duas teclas com a função de aumentar ou diminuir o tamanho da aplicação durante o processo de produção. Também o desenvolvimento de um sistema que faça o monitoramento da aplicação de cola PVA, visto que todos os sistemas atuais de aplicação de cola podem falhar acarretando prejuízos financeiros



à indústria, além de ser uma ótima oportunidade de inserir melhorias no processo produtivo e também desenvolver um sistema de controle inexistente até hoje no mercado de embalagens.

O resultado do trabalho realizado até aqui foi considerado satisfatório, uma vez que o principal objetivo de implementar um sistema de fácil programação foi alcançado a um baixo custo.



## OBRAS CONSULTADAS

PEREIRA, Fábio. **Microcontroladores PIC- Técnicas Avançadas**. 1ª ed. São Paulo: Érica, 2002.

PEREIRA, Fábio. **Microcontroladores PIC- Programação em C**. 7ª ed. São Paulo: Érica, 2007.

Cocian, Luis Fernando Espinosa. **Manual da linguagem C**. 1ª ed. Canoas: Ulbra, 2004.

EVARISTO, Jaime. **Aprendendo a Programar C para Iniciantes**. 1 ed. Rio de Janeiro: Book Express, 2001.

Manual de Operação Aplicador de Cola, **HHS modelo GA-FKM-BCH-MR**

Manual de Operação aplicador de Cola, **Nordson modelo LA 404**

Sites consultados:

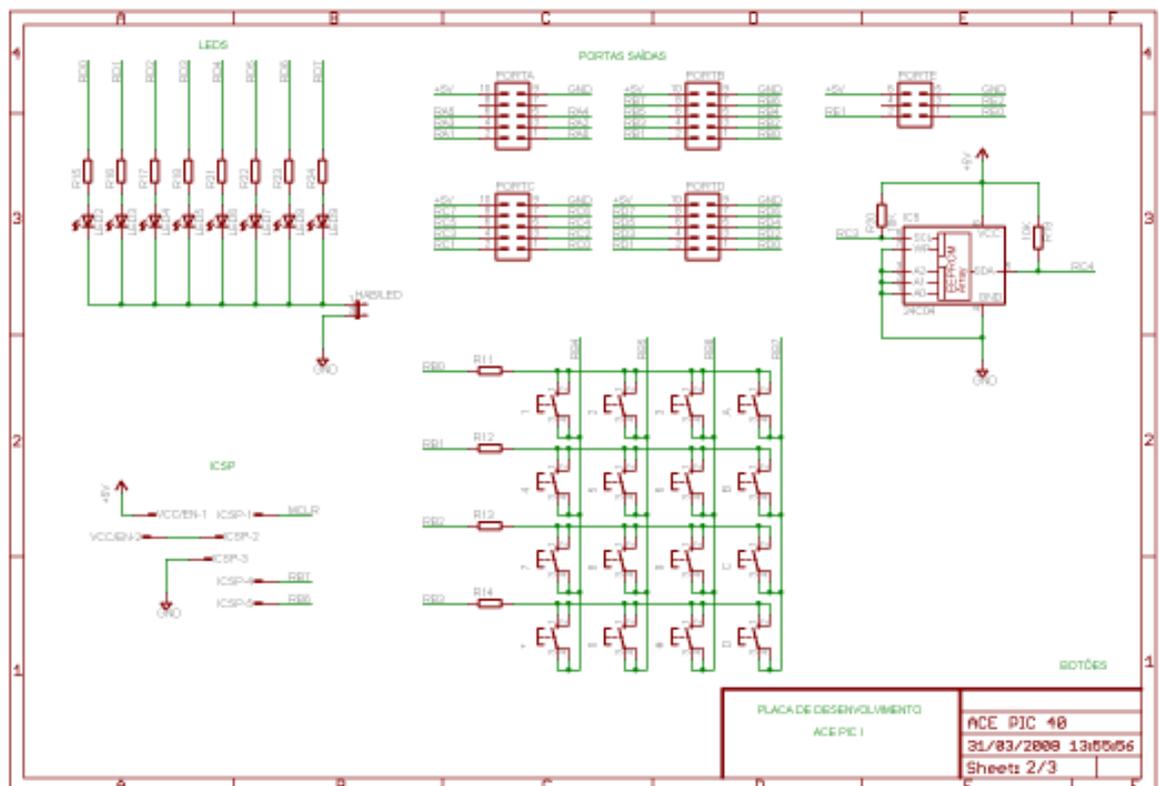
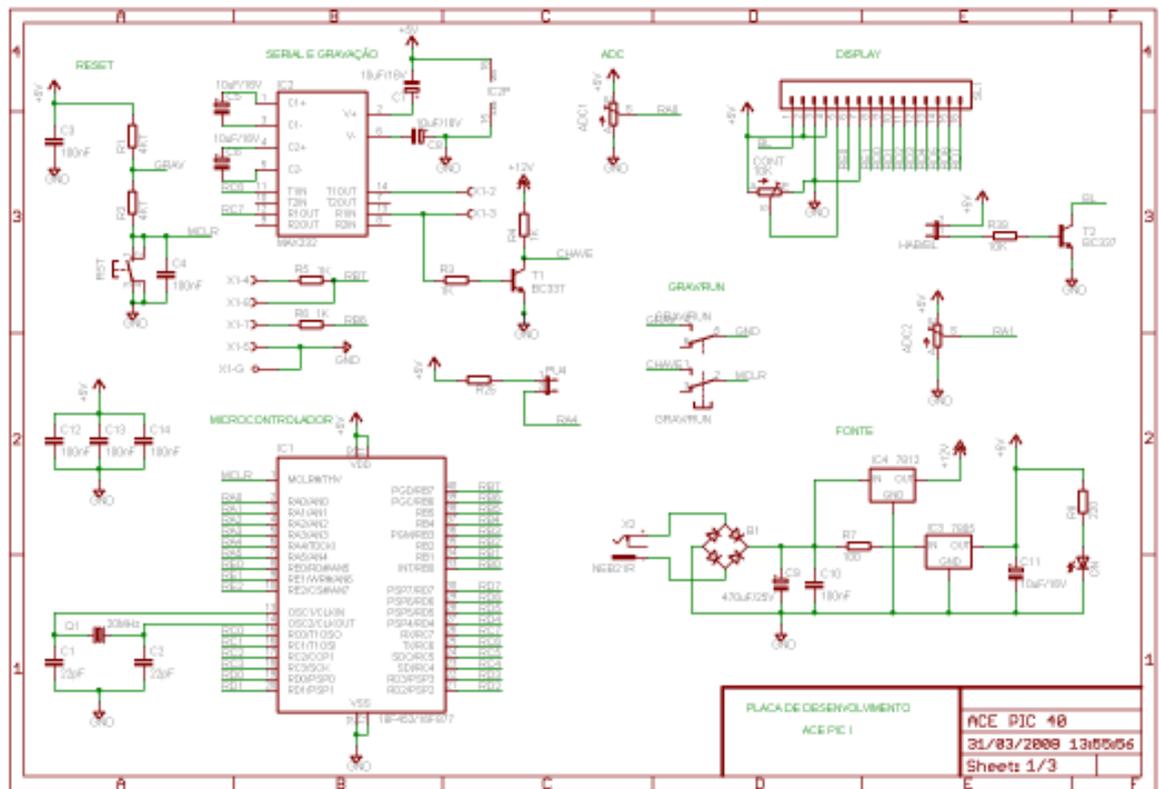
Disponível em: <http://www.rogercom.com> - Acesso em 01/10/2008.

Disponível em: <http://www.nordsondobrasil.com.br> – Acesso em 30/07/2008.

Disponível em : <http://www.siemens.com> – Acesso em 02/10/2008.



### Anexo A Diagrama elétrico do kit AC PIC40





**Anexo B Ficha técnica da cola PVA****Parceiro Tecnológico Addax cola V – 3835 B**

Artecola Indústrias Químicas Ltda. - Tel.: (55) 51-3597.5200 - Fax: (55) 51-3598.2753 (matriz) - [www.artecola.com](http://www.artecola.com)

Rod. RS 239, 5801 - Zona Industrial 2 - Caixa Postal 91 - 93700-000 - Campo Bom / RS - Brasil

As informações e dados fornecidos neste boletim são baseados em experiências práticas e em resultados de testes em nossos

laboratórios e objetivam ter uma indicação sobre o emprego de nosso produto. Não nos responsabilizamos no caso de não

serem seguidas as nossas instruções de uso deste produto. Este boletim não cobre todas as eventualidades de cada aplicação

específica, portanto, o cliente que estiver interessado em utilizar nossos produtos, deverá testá-los dentro de suas condições

particulares de aplicação. Este procedimento é absolutamente necessário e deve ser feito para cada nova finalidade de

aplicação do produto ou alteração de processo. Clientes que fizerem modificações durante o decorrer do seu processo de

produção são solicitados a passarem as informações para a Artecola. Somente assim estaremos aptos a providenciar

informações mais atualizadas para a empresa que está usando nossos produtos.

Data da Última Revisão: 11.02.2008 Esta revisão anula e substitui todas anteriores Página 1 de 1

**Descrição:**

A COLA V-3835B é a base de uma emulsão copolímerica de acetato de vinila, em meio aquoso.

Destina-se especialmente à colagem de superfícies de papel e cartão tratados, que apresentem alta dificuldade de colagem, adaptando-se a ampla gama de verniz, tintas e coatings.

Destaca-se também pela sua alta velocidade de fixação, tornando-o adequado à máquinas automáticas de alta produtividade.

**Propriedades:**

O adesivo apresenta filme levemente amarelado e flexível.

Apresenta aspecto físico de emulsão Líquida.

**Dados Técnicos:**

Viscosidade Brookfield RVT SP-5 / 20

RPM a 25°C.

Teor de Sólidos:

pH (25°C):

Aparência:

500 a 1.000 cP\*

43 a 47% \*

4,0 a 6,0 \*

Emulsão branca \*

\*Especificações controladas pelo Lab. Controle da Qualidade (LCQ)

**Instruções****de Uso:**

Para uma boa colagem é importante que os materiais à serem colados estejam secos e isentos de poeira e óleos.

Aplicar uma camada uniforme do adesivo em uma das superfícies, unir e prensar.

Para a limpeza dos equipamentos, pincéis, espátulas e materiais utilizados no trabalho, recomendamos usar água.

**Embalagem:** Barricas de 10 e 50 Kg. Consulte a Central de Atendimento ao Cliente (CAC) sobre outras possibilidades de embalagens.

**Estocagem:** Manter em local coberto e ventilado (temperatura entre 10 e 35°C). Nestas condições, o



produto em sua embalagem original e lacrada tem garantia de 12 meses a partir da data de sua fabricação.

**Segurança:**

Antes de usar este ou qualquer outro produto químico, assegure-se de ter lido e entendido as informações contidas na Ficha de Segurança de Produtos Químicos (FISPQ).

Permaneça atento aos potenciais riscos e siga todas as medidas de precaução, instruções de manuseio, considerações sobre disposição mencionadas na FISPQ, e na embalagem.

Classe de risco para transporte (ONU) - Não apresenta riscos.

**Suporte**

**Técnico:**

O Departamento Técnico/Comercial ARTECOLA tem experiência prática na utilização dos produtos e processos de fabricação. Solicite assistência através de nossa equipe de vendas. Havendo necessidade de esclarecimentos técnicos ligue 0800 5415197

(Consultoria Técnica Artecola) ou envie um e-mail:

[consultoria.tecnica@artecola.com.br](mailto:consultoria.tecnica@artecola.com.br).



## Anexo C Código fonte do software

/\*

POR : Fabio Fernandes  
NOME : Controle de aplicação de cola PVA  
DATA : 30/10/2008

DEFINICOES

RB0 -> USADO PARA LER OS PULSOS DO ENCODER -> ENTRADA DIGITAL TIPO INTERRUPCAO EXTERNA  
RB4 -> USADO PARA LER A FOTO-CELULA INICIAL -> ENTRADA DIGITAL TIPO INTERRUPCAO EXTERNA  
RB5 -> USADO PARA LER A FOTO-CELULA JUNTO AO APLICADOR -> ENTRADA DIGITAL TIPO INTERRUPCAO EXTERNA

RC1 -&gt; USADO PARA ATIVAR O APLICADOR -&gt; SAIDA DIGITAL

Mensagens no visor :

P -> Indica dispositivo em estado de programacao  
O -> Dispositivo em operacao

\*/

```
#include <16f877a.h> //Inclui cabeçalho
do componente
#use delay(clock=2000000) //Define o valor
do clock - 2MHz
#fuses HS, NOWDT, PUT, NOBROWNOUT, NOLVP

#use fixed_io (a_outputs = pin_a0, pin_a1, pin_a2, pin_a3, pin_a4, pin_a5) //Define porto A como saída
#use fixed_io (d_outputs = pin_d0, pin_d1, pin_d2, pin_d3, pin_d4, pin_d5, pin_d6, pin_d7) // Define o porto D como saída
```

```
#####
#####
#####
//DEFINICAO DE CONSTANTES
```

```
#define ponto_d4 pin_d7 //Determina que o pino Rd7 seja chamado de ponto_d4
#define aplicador pin_c1 //Determina que o pino Rc1 seja chamado de aplicador
```

```
#####
#####
```

```
#include <escreve_display_1.h> //Carrega o arquivo
responsavel pela escrita no display
```

```
#####
#####
//CRIACAO DE VARIAVEIS
```

```
long int pulsos; //Armazena os pulsos
long int pulsos_auxiliar; //Usado para ler a velocidade
long int tamanho_amostra; //Armazena o tamanho do papel em numero de pulsos
long int distancia_celulas; //Armazena a distancia entre as foto-celulas em pulsos
```

```
long int intervalo_cheio_1; //Intervalo cheio armazena os pulsos referentes aos pontos (coordenadas) do ponto final de cada intervalo cheio
long int intervalo_cheio_2;
long int intervalo_cheio_3;
long int intervalo_cheio_4;
```

```
long int intervalo_vazio_1; //Intervalo cheio armazena os pulsos referentes aos pontos (coordenadas) do ponto final de cada intervalo vazio
long int intervalo_vazio_2;
long int intervalo_vazio_3;
long int intervalo_vazio_4;
```



```
long int  valor_inicial_1;//Valor para inicio da aplicacao da cola
long int  valor_inicial_2;
long int  valor_inicial_3;
long int  valor_inicial_4;

long int  valor_final_1;//Valor para fim da aplicacao da cola
long int  valor_final_2;
long int  valor_final_3;
long int  valor_final_4;

int        atraso_inicial;//Guarda o valor do atraso inicial em pulsos que devem ser descontados para acionamento da
valvula
int        numero_intervalos_cheios;//Indica o numero de intervalos onde se pode aplicar a cola
int        numero_intervalos_vazios;//Indica o numero de intervalos onde nao se pode aplicar a cola
int        tempo;
int        auxiliar;
int        auxiliar_intervalos;

int        w_temporario;        //Usada para servir de armazenamento temporario para o registro W
int        status_temporario;    //Usada para servir de armazenamento temporario para o registro Status

int        contador_velocidade;//Usado para determinar o momento da leitura da velocidade;

boolean    status_int_rb;        //Indica se houve ou nao a interrupcao externa RB0
boolean    status_ponto_d4;      //Serve para indicar se o ponto do digito 4 do display deve ser acesso
//0 -> deve estar apagado
//1 -> deve estar acesso
boolean    status_ponto_d3;//Indicando que o ponto decimal no terceiro digito deve ser acesso
//0 -> deve ser apagado
//1 -> deve ser acesso
boolean    pino_b4;              //Indica qual o estado do pino 4 de RB
//0 -> em nivel 0
//1 -> em nivel 1
boolean    pino_b5;

boolean    pino_b4_anterior;//Serve para guarda os valores anteriores do pino RB4
boolean    pino_b5_anterior;//Serve para guarda os valores anteriores do pino RB5

boolean    chave_prog_op;        //Sinal da chave de programação e operacao ligada no pino Rc0
//
boolean    status_aplicador;//Serve para indicar se deve ser acionado o aplicador de cola - solenoide, etc
//0 -> não deve aplicar
//1 -> deve aplicar
boolean    status_segmento;//Indica se foi gravado o segmento para aplica da cola
//0 -> nap foi gravado
//1 -> foi gravado

boolean    libera_contagem;//Utilizado para indica a rotina da interrupcao de leitura de pulsos - EXT0 que deve liberar o nao a
contagem
//0 -> Nao conta
//1 -> conta
boolean    libera_contagem_auxiliar;

boolean    primeiro_rb4;//Indica se e a primeira vez que Rb4 foi acionada
//0 -> primeira vez
//1 -> segunda ou mais vezes

boolean    status_programacao;//Indica se a programacao ja foi realizada
//0 -> nao foi realizada
//1 -> foi realizada

#####
#####
#####
#bit intf = 0x0b.1//Aponta o endereco da interrupcao externa para o nome intf - que e o flag
#bit rbif = 0xb.0//Aponta o endereco da interupcao do porto RB -> Rb4 a Rb7 - para o nome rbif - que he o flag

#byte status = 0x03//Aponta o endereco 0x03 para o nome status -> para facilitar a indenficacao no codigo

#inline //Esta diretiva indica para colocar o codigo das funcoes abaixo no ponto onde sao chamadas no codigo
```



```
//Funcao que trata a interrupcao externa EXT0
void trata_ext()//Funcao que trata de maneira geral
{

if(libera_contagem)//Somente libera a contagem se a fotocelula estiver ativa pelo papel
{
pulsos++;//Incrementa a variavel que guarda o numero de pulsos
}
if(libera_contagem_auxiliar)//Somente libera a contagem se a fotocelula estiver ativa pelo papel
{
pulsos_auxiliar++;//Incrementa a variavel que guarda o numero de pulsos
}
intf = 0;//Zera manualmente o flag do interrupcao externa
}
//Funcao que trata as interrupcoes do porto B que vao de RB4 a RB7
//Estas interrupcoes ocorrem sempre que o estado de cada pino sofre uma mudanca no seu valor
void trata_rb()
{

pino_b4 = input(pin_b4);//Le o pino Rb4 e guarda na variavel pino_rb4
pino_b5 = input(pin_b5);//Le o pino Rb5 e guarda na variavel pino_rb5

//*****
//Parcela relativa a modo de programacao
//*****
if(!chave_prog_op)
{
if(pino_b5 != pino_b5_anterior)//Se o pino b5 lido neste momento tem valor diferente do lido anteriormente
{
if(status_programacao)//Se ja foi programado anteriormente
{
distancia_celulas = 0;
numero_intervalos_cheios = 0;
numero_intervalos_vazios = 0;
primeiro_rb4 = 0; //Zera para indicar que vai
ser a primeira vez
libera_contagem = 0;
pulsos = 0;
status_programacao = 0;//Zera novamente para nova programacao
}
if(pino_b5)//Pino RB5 responavel pela partida da contagem -> foto-celula isolada - sente primeiramente a amostra
{
libera_contagem = 1;//Variavel flag usada para ativar/desativar o processo de contagem na interrupcao externa EXT0
if(numero_intervalos_cheios > 0)//Verifica se o numero de intervalos cheios e maior que 0
//caso sim significa que neste momento o trecho que passou foi um intervalo vazio
{
switch(numero_intervalos_vazios)//Verifica quantos intervalos vazios existem em um determinado instante
//e carrega o valor de pulsos daquele momento nas variaveis correspondentes
{
case 0:
intervalo_vazio_1 = pulsos;//Caso o intervalo atual seja 0 - carrega na variavel intervalo_vazio_1
break;
case 1:
intervalo_vazio_2 = pulsos;//Caso o intervalo atual seja 1 - carrega na variavel intervalo_vazio_2
break;
case 2:
intervalo_vazio_3 = pulsos;//Caso o intervalo atual seja 2 - carrega na variavel intervalo_vazio_3
break;
case 3:
intervalo_vazio_4 = pulsos;//Caso o intervalo atual seja 3 - carrega na variavel intervalo_vazio_4
break;
/*
case 4:
intervalo_vazio_5 = pulsos;//Caso o intervalo atual seja 4 - carrega na variavel intervalo_vazio_5
break;
case 5:
intervalo_vazio_6 = pulsos;//Caso o intervalo atual seja 4 - carrega na variavel intervalo_vazio_5
break;
*/
default:

```



```
break;
}
numero_intervalos_vazios++; //Incrementa o numero de intervalos
}
status_ponto_d3 = 1; //Ativa para indicar que deve ser acionado o ponto decimal do digito 3
}
else
{
switch(numero_intervalos_cheios) //Verifica quantos intervalos cheios existem em um determinado instante
//e carrega o valor de pulsos daquele momento nas variaveis correspondentes
{
case 0:
intervalo_cheio_1 = pulsos; //Caso o intervalo atual seja 0 - carrega na variavel intervalo_cheio_1
break;
case 1:
intervalo_cheio_2 = pulsos; //Caso o intervalo atual seja 1 - carrega na variavel intervalo_cheio_2
break;
case 2:
intervalo_cheio_3 = pulsos; //Caso o intervalo atual seja 2 - carrega na variavel intervalo_cheio_3
break;
case 3:
intervalo_cheio_4 = pulsos; //Caso o intervalo atual seja 3 - carrega na variavel intervalo_cheio_4
break;
/*
case 4:
intervalo_cheio_5 = pulsos; //Caso o intervalo atual seja 4 - carrega na variavel intervalo_cheio_5
break;
case 5:
intervalo_cheio_6 = pulsos; //Caso o intervalo atual seja 4 - carrega na variavel intervalo_cheio_5
break;
*/
default:
break;
}
numero_intervalos_cheios++; //Incrementa o numero de intervalos
status_ponto_d3 = 0; //Desativa para indicar que deve ser desligado o ponto decimal do digito 3
}
}
if(pino_b4 != pino_b4_anterior) //Se o pino b5 lido neste momento tem valor diferente do lido anteriormente
{
if(pino_b4) //Pino RB5 responsavel pela partida da contagem -> foto-celula isolada - sente primeiramente a amostra
{
if(!primeiro_rb4) //Parte que verifica as condicoes para armazenar a distancia entre as celulas
{
primeiro_rb4 = 1; //Muda o valor da variavel de status para indicar que o material ja atingiu a segunda foto celula
//pela primeira vez
distancia_celulas = pulsos; //Grava a distancia entre as foto celulas
}
}
}
}
}
}
}
//*****
//Parcela relativa a modo de operacao
//*****
else
{
if(pino_b5 != pino_b5_anterior) //Se o pino b5 lido neste momento tem valor diferente do lido anteriormente
{
if(pino_b5) //Pino RB5 responsavel pela partida da contagem -> foto-celula isolada - sente primeiramente a amostra
{
pulsos = 0;
libera_contagem = 1;
}
}
if(pino_b4 != pino_b4_anterior) //Se o pino b5 lido neste momento tem valor diferente do lido anteriormente
{
if(!pino_b4) //Pino RB5 responsavel pela partida da contagem -> foto-celula isolada - sente primeiramente a amostra
{
libera_contagem = 0;
pulsos = 0;
}
}
}
}
```



```
}
pino_b4_anterior = pino_b4;
pino_b5_anterior = pino_b5;
rbif = 0;//Zera manualmente a interrupcao
}

void salva_valores() //Funcao que salva os valores dis registros status e w logo apos ser chamada a interrupcao
{
#asm
movwf    w_temporario           //Salvo o registro W na variavel w_temporario
swapf    status, w              //Pega o valor atual de status e coloca em W
movwf    status_temporario     //Salva o valor de W (na verdade o valor de status) na variavel
//status_temporario
#endasm
}

void retorna_valores()//Funcao que retornar os valores dos registros W e status apos a execucao de uma interrupcao
{
#asm
swapf    status_temporario, w //Retorna o valor da variavel status_temporario e coloca no registro W
movwf    status                //Coloca o valor do resitro W em status
swapf    w_temporario, f       //Coloca o valor da variavel w_temporario em F
swapf    w_temporario, w       //Retorna o valor para W
#endasm
}

#int_global
void trata_interrupcoes() //Funcao geral que trata as interrupcoes
{
salva_valores(); //Chama a funcao que salva os valores pois neste momento algum
interrupcao ocorreu
/* if(t0if) //Verifica se o bit t0if esta em 1, significando que a
interrupcao T0 foi acionada
{
trata_to(); //Se foi acionada chama a funcao que trata a interrupcao EXT
}
*/
if(intf) //Verifica se o bit intf esta em 1, significando que a
interrupcao EXT foi acionada
{
trata_ext(); //Se foi acionada chama a funcao que trata a interrupcao EXT
}
if(rbif) //Verifica se o bit rbif esta em 1, significando que a
interrupcao Rb dos pino Rb4->Rb7
//ocorreu
{
trata_rb(); //Se ocorreu, chama a funcao que trata destas interrpcodes
}
retorna_valores(); //Ao final do tratamento das interrupcoes chama a funcao que recupera os
valores dos
//registros ao ponto original antes que interrupcao ocorreu
}
#####
#####
#####
void escreve_display_4_digito(void)
{
escreve_display(valor_unidade, 0); //ESCREVE O VALOR NO DIGITO DA UNIDADE
if(status_ponto_d4) //Verifica se a variavel de acionamento do ponto esta ativada
{
output_high(ponto_d4); //Caso sim liga o pino Rd7 que aciona o ponto decimal
//no momento da escrita do valor da unidade
}
else
{
output_low(ponto_d4); //Caso não desliga o ponto decimal no digito da unidade
}
delay_ms(5);
escreve_display(valor_dezena, 1);//ESCREVE O VALOR NO DIGITO DA DEZENA
if(status_ponto_d3) //Verifica se a variavel de acionamento do ponto esta ativada
{
output_high(ponto_d4); //Caso sim liga o pino Rd7 que aciona o ponto decimal
```



```
//no momento da escrita do valor da unidade
}
else
{
output_low(ponto_d4); //Caso não desliga o ponto decimal no digito da unidade
}

delay_ms(5);
escreve_display(valor_centena, 2);//ESCREVE O VALOR NO DIGITO DA CENTENA
delay_ms(5);
escreve_display(valor_unidade_milhar, 3);//ESCREVE O VALOR NO DIGITO DA UNIDADE DE MILHAR
if(status_aplicador)
{
output_high(ponto_d4); //Caso sim liga o pino Rd7 que aciona o ponto decimal
//no momento da escrita do valor da unidade de milhar
}
else
{
output_low(ponto_d4); //Caso não desliga o ponto decimal no digito da unidade de milhar
}
delay_ms(5);

}
#####
#####
#####
/*
FUNCAO CALCULO PONTOS
*/
void calcula_pontos(void)
{
pulsos_auxiliar = 0;
libera_contagem_auxiliar = 1;
delay_ms(5);//Usa este valor pois e o tempo de atraso da valvula
libera_contagem_auxiliar = 0;

valor_inicial_1 = valor_inicial_1 - (pulsos_auxiliar * 7);
valor_final_1 = valor_final_1 - (pulsos_auxiliar * 7);

valor_inicial_2 = valor_inicial_2 - (pulsos_auxiliar * 7);
valor_final_2 = valor_final_2 - (pulsos_auxiliar * 7);

valor_inicial_3 = valor_inicial_3 - (pulsos_auxiliar * 7);
valor_final_3 = valor_final_3 - (pulsos_auxiliar * 7);
}
#####
#####
#####
/*
FUNCAO PRINCIPAL - CORPO DO PROGRAMA
*/

void main(void)
{

set_tris_b(0x0fd); //De b7 a b2 sao entradas -
b1 he saida e b0 e entrada-int //Determina que apenas Rc0
set_tris_c(0x01); //Determina que apenas Rc0
seja entrada
//e o restante saida
//Rc1 e usado para ativar a valvula de aplicacao da cola
//
output_low(aplicador); //Nivel zero no
pino que ativa a valvula
ext_int_edge(0, L_TO_H); //Determina interrupcao externa INT0
acionada por borda de subida
pulsos = 0;
status_int_rb = 0; //Zera a variavel que indica o
status da interrupcao do porto B
//Rb4 -> Rb7
```



```
status_ponto_d4 = 0; //Zera a variavel que indica o status do
ponto decimal do digito D4
//que serve para indicar se a foto celula esta ativa ou nao
status_ponto_d3 = 0; //Zera a variavel que indica o status do
ponto decimal do digito D3
//que serve para indicar se a foto celula esta ativa ou nao
status_aplicador = 0; //Zera varivel para iniciar

status_programacao = 0;

numero_intervalos_cheios = 0; //Zera para comecar operacao
numero_intervalos vazios = 0; //Zera para comecar operacao

status_segmento = 0; //Zera para comecar operacao
atraso_inicial = 9; //Valor determinado atraves
de experimento
tamanho_amostra = 0;

pino_b4 = 0;
pino_b5 = 0;
pino_b4_anterior = 0;
pino_b5_anterior = 0;

primeiro_rb4 = 0; //Zera para indicar que vai
ser a primeira vez

libera_contagem = 0;
libera_contagem_auxiliar = 0;
intervalo_cheio_1 = 0;
intervalo_cheio_2 = 0;
intervalo_cheio_3 = 0;
intervalo_cheio_4 = 0;
// intervalo_cheio_5 = 0;

intervalo_vazio_1 = 0;
intervalo_vazio_2 = 0;
intervalo_vazio_3 = 0;
intervalo_vazio_4 = 0;
// intervalo_vazio_5 = 0;

distancia_celulas = 0; //Zera para comecar a leitura

contador_velocidade = 0;

enable_interrupts(GLOBAL | INT_EXT | INT_RB); //Habilita as interrupcoes -> Global, Int_Ext e Int_Rb

while(1)
{
chave_prog_op = input(pin_c0); //Faz a leitura do pino Rc0 -> onde se encontra a chave de
programacao
//e operacao
if(!chave_prog_op) //Verifica se esta em programacao
{
//Indicacao de trechos cheios
/*
for(tempo = 0; tempo <= 50; tempo++) //Laco para determinar o tempo de amostragem no display
{
decimal_bcd(numero_intervalos_cheios); //Chama a funcao que faz o
desmembramento do valor
//em unidade, dezena, centena, etc para amostragem
status_ponto_d4 = 1;
escreve_display_4_digito(); //Chama funcao que faz a escrita de um valor de 4 digitos
decimais
delay_ms(1); //Chama um tempo de atraso de 1ms
}
status_ponto_d4 = 0;
for(auxiliar = 0; auxiliar < numero_intervalos_cheios; auxiliar++)
{
for(tempo = 0; tempo <= 50; tempo++) //Laco para determinar o tempo de amostragem no display
{
switch(auxiliar)
{
case 0:
```



```
decimal_bcd(intervalo_cheio_1); //Chama a funcao que faz o desmembramento do
valor
break;
case 1:
decimal_bcd(intervalo_cheio_2); //Chama a funcao que faz o desmembramento do
valor
break;
case 2:
decimal_bcd(intervalo_cheio_3); //Chama a funcao que faz o desmembramento do
valor
break;
default:
break;
}
//em unidade, dezena, centena, etc para amostragem
escreve_display_4_digito(); //Chama funcao que faz a escrita de um valor de 4 digitos
decimais
delay_ms(1); //Chama um tempo de atraso de 1ms
}
}

//Indicacao de trechos vazios
for(tempo = 0; tempo <= 50; tempo++) //Laco para determinar o tempo de amostragem no display
{
decimal_bcd(numero_intervalos_vazios); //Chama a funcao que faz o
desmembramento do valor
//em unidade, dezena, centena, etc para amostragem
status_ponto_d3 = 1;
escreve_display_4_digito(); //Chama funcao que faz a escrita de um valor de 4 digitos
decimais
delay_ms(1); //Chama um tempo de atraso de 1ms
}
status_ponto_d3 = 0;
for(auxiliar = 0; auxiliar < numero_intervalos_vazios; auxiliar++)
{
for(tempo = 0; tempo <= 50; tempo++) //Laco para determinar o tempo de amostragem no display
{
switch(auxiliar)
{
case 0:
decimal_bcd(intervalo_vazio_1); //Chama a funcao que faz o desmembramento do
valor
break;
case 1:
decimal_bcd(intervalo_vazio_2); //Chama a funcao que faz o desmembramento do
valor
break;
case 2:
decimal_bcd(intervalo_vazio_3); //Chama a funcao que faz o desmembramento do
valor
break;
default:
break;
}
//em unidade, dezena, centena, etc para amostragem
escreve_display_4_digito(); //Chama funcao que faz a escrita de um valor de 4 digitos
decimais
delay_ms(1); //Chama um tempo de atraso de 1ms
}
}
}
*/
//Mostra a mensagem P indicando que esta em programacao

for(tempo = 0; tempo <= 50; tempo++) //Laco para determinar o tempo de amostragem no display
{
escreve_mensagem(0,3, status_programacao); //Escreve a mensagem inicial
do menu de programacao - no caso "P"
delay_ms(20); //Chama um tempo de atraso de 1ms
}

//Mostra distancia entre as celulas em pulsos
/*
for(tempo = 0; tempo <= 50; tempo++) //Laco para determinar o tempo de amostragem no display
```



```
{
decimal_bcd(distancia_celulas); //Chama a funcao que faz o desmembramento do
valor
//em unidade, dezena, centena, etc para amostragem
if(status_programacao)
{
status_ponto_d3 = 1;
}
else
{
status_ponto_d3 = 0;
}
escreve_display_4_digito(); //Chama funcao que faz a escrita de um valor de 4 digitos
decimais
delay_ms(1); //Chama um tempo de atraso de 1ms
}
*/
//Verifica se ja foi feita a programacao
for(tempo = 0; tempo <= 100; tempo++)//Cria um atraso de 500ms para verificar se houve alguma alteracao
//no parametro da distancia entre as celulas
{
delay_ms(1); //Chama um atraso de 1ms
if(tempo >= 99) //Verifica se ja esta proximo do fim do laco
{
if(distancia_celulas != 0)//Verifica se houve alguma alteracao no valor da distancia entre as celulas
{
status_programacao = 1;//Caso sim significa que a programacao foi realizada
}
//else
//{
/*status_programacao = 0;//Caso nao a programacao ainda nao foi finalizada ou iniciada
distancia_celulas = 0;
numero_intervalos_cheios = 0;
numero_intervalos vazios = 0;
primeiro_rb4 = 0; //Zera para indicar que vai
ser a primeira vez
libera_contagem = 0;
pulsos = 0;
distancia_celulas = 0; */
//}
}
}
else//Se esta em operacao - indica a mensagem O - e aplica o material na regioa central dos proximos cartoes
{
//Efetua o calculo para obter o ponto inicial de aplicacao de cada intervalo

valor_inicial_1 = intervalo_cheio_1 - 0;

valor_inicial_1 = valor_inicial_1 + distancia_celulas;//Valor xx por enquanto utilizado para compensar o atraso
//da abertura valvula

valor_inicial_2 = intervalo_cheio_2;//A aplicacao e feita agora em toda a extensao do na parte recortada
//do cartao de programacao

valor_inicial_2 = valor_inicial_2 + distancia_celulas;

valor_inicial_3 = intervalo_cheio_3;//Aplicacao em toda a extensao

valor_inicial_3 = valor_inicial_3 + distancia_celulas;

valor_inicial_4 = intervalo_cheio_4;//Aplicacao em toda a extensao

valor_inicial_4 = valor_inicial_4 + distancia_celulas;
/*
valor_inicial_5 = intervalo_cheio_5;//Aplicacao em toda a extensao

valor_inicial_5 = valor_inicial_5 + distancia_celulas;

valor_inicial_6 = intervalo_cheio_6;//Aplicacao em toda a extensao

valor_inicial_6 = valor_inicial_6 + distancia_celulas;
```



```
*/
//*****
//Efetua o calculo para obter o ponto final de aplicacao de cada intervalo

valor_final_1 = intervalo_vazio_1 - 0;

valor_final_1 = valor_final_1 + distancia_celulas;//Valor 16 por enquanto utilizado para compensar o atraso de
//fechamento da valvula
valor_final_2 = intervalo_vazio_2;

valor_final_2 = valor_final_2 + distancia_celulas;

valor_final_3 = intervalo_vazio_3;

valor_final_3 = valor_final_3 + distancia_celulas;

valor_final_4 = intervalo_vazio_4;

valor_final_4 = valor_final_4 + distancia_celulas;
/*
valor_final_5 = intervalo_vazio_5;

valor_final_5 = valor_final_5 + distancia_celulas;

valor_final_6 = intervalo_vazio_6;

valor_final_6 = valor_final_6 + distancia_celulas;
*/
/**
calcula_pontos();
/**
/*

for(auxiliar = 0; auxiliar < numero_intervalos_vazios; auxiliar++)
{
for(tempo = 0; tempo <= 50; tempo++) //Laco para determinar o tempo de amostragem no display
{
switch(auxiliar)
{
case 0:
decimal_bcd(valor_inicial_1); //Chama a funcao que faz o desmembramento do
valor
break;
case 1:
decimal_bcd(valor_inicial_2); //Chama a funcao que faz o desmembramento do
valor
break;
case 2:
decimal_bcd(valor_inicial_3); //Chama a funcao que faz o desmembramento do
valor
break;
default:
break;
}
}
//em unidade, dezena, centena, etc para amostragem
status_ponto_d4 = 1;
escreve_display_4_digito(); //Chama funcao que faz a escrita de um valor de 4 digitos
decimais
delay_ms(1); //Chama um tempo de atraso de 1ms
}
}
status_ponto_d4 = 0;
for(auxiliar = 0; auxiliar < numero_intervalos_vazios; auxiliar++)
{
for(tempo = 0; tempo <= 50; tempo++) //Laco para determinar o tempo de amostragem no display
{
switch(auxiliar)
{
case 0:
decimal_bcd(valor_final_1); //Chama a funcao que faz o desmembramento do
valor
```



```
break;
case 1:
decimal_bcd(valor_final_2); //Chama a funcao que faz o desmembramento do
valor
break;
case 2:
decimal_bcd(valor_final_3); //Chama a funcao que faz o desmembramento do
valor
break;
default:
break;
}
//em unidade, dezena, centena, etc para amostragem
status_ponto_d3 = 1;
escreve_display_4_digito(); //Chama funcao que faz a escrita de um valor de 4 digitos
decimais
delay_ms(1); //Chama um tempo de atraso de 1ms
}
}
*/
//status_ponto_d3 = 0;*/

for(tempo = 0; tempo <= 50; tempo++) //Laco para determinar o tempo de amostragem no display
{
escreve_mensagem(1,3, status_programacao); //Escreve a mensagem inicial do menu de operacao - no caso "O"
delay_ms(20); //Chama um tempo de atraso de 1ms
}
libera_contagem = 0;
pulsos = 0;
auxiliar_intervalos = numero_intervalos_vazios - 1;

/*****
//Parte de acionamento da válvula
//
while(chave_prog_op)
{

if(contador_velocidade >= 500)
{
calcula_pontos();
contador_velocidade = 0;
}
else
{
contador_velocidade++;
}

chave_prog_op = input(pin_c0); //Faz a leitura do pino Rc0 -> onde se encontra a chave de
programacao
switch(auxiliar_intervalos)//Verifica quantos intervalos de aplicacao existem, sendo que o numero de intervalos e dado por
//auxiliar_intervalos + 1
{
case 0://Caso exista 1 intervalo de aplicacao haverá apenas uma comparacao
if((pulsos >= (valor_inicial_1)) &&
(pulsos <= (valor_final_1))//Faz a logia AND para verificar se pulsos se encontra
//dentro da faixa
{
//output_high(ponto_d4); //Caso sim liga o pino Rd7 que aciona o ponto decimal
//no momento da escrita do valor da unidade de milhar
output_high(aplicador);
//*/

//*/
}
else
{
//output_low(ponto_d4); //Caso não desliga o ponto decimal no digito da unidade de milhar
output_low(aplicador);

}
break;
}
```



```
case 1:
if(((pulsos >= valor_inicial_1) && (pulsos <= valor_final_1)) ||
((pulsos >= valor_inicial_2) && (pulsos <= valor_final_2)))
//Caso existam 2 intervalos de aplicacao haverá apenas duas comparacoes
{
//output_high(ponto_d4); //Caso sim liga o pino Rd7 que aciona o ponto decimal
//no momento da escrita do valor da unidade de milhar
output_high(aplicador);
}
else
{
//output_low(ponto_d4); //Caso não desliga o ponto decimal no dígito da unidade de milhar
output_low(aplicador);
}
break;

case 2:
if(((pulsos >= valor_inicial_1) && (pulsos <= valor_final_1)) ||
((pulsos >= valor_inicial_2) && (pulsos <= valor_final_2)) ||
((pulsos >= valor_inicial_3) && (pulsos <= valor_final_3)))
{
//output_high(ponto_d4); //Caso sim liga o pino Rd7 que aciona o ponto decimal
//no momento da escrita do valor da unidade de milhar
output_high(aplicador);
}
else
{
//output_low(ponto_d4); //Caso não desliga o ponto decimal no dígito da unidade de milhar
output_low(aplicador);
}
break;

case 3:
if(((pulsos >= valor_inicial_1) && (pulsos <= valor_final_1)) ||
((pulsos >= valor_inicial_2) && (pulsos <= valor_final_2)) ||
((pulsos >= valor_inicial_3) && (pulsos <= valor_final_3)) ||
((pulsos >= valor_inicial_4) && (pulsos <= valor_final_4)))
{
//output_high(ponto_d4); //Caso sim liga o pino Rd7 que aciona o ponto decimal
//no momento da escrita do valor da unidade de milhar
output_high(aplicador);
}
else
{
//output_low(ponto_d4); //Caso não desliga o ponto decimal no dígito da unidade de milhar
output_low(aplicador);
}
break;
/*
case 4:
if(((pulsos >= valor_inicial_1) && (pulsos <= valor_final_1)) ||
((pulsos >= valor_inicial_2) && (pulsos <= valor_final_2)) ||
((pulsos >= valor_inicial_3) && (pulsos <= valor_final_3)) ||
((pulsos >= valor_inicial_4) && (pulsos <= valor_final_4)) ||
((pulsos >= valor_inicial_5) && (pulsos <= valor_final_5)))
{
//output_high(ponto_d4); //Caso sim liga o pino Rd7 que aciona o ponto decimal
//no momento da escrita do valor da unidade de milhar
output_high(aplicador);
}
else
{
//output_low(ponto_d4); //Caso não desliga o ponto decimal no dígito da unidade de milhar
output_low(aplicador);
}
break;
*/
case 5:
if(((pulsos >= valor_inicial_1) && (pulsos <= valor_final_1)) ||
((pulsos >= valor_inicial_2) && (pulsos <= valor_final_2)) ||
```



```
((pulsos >= valor_inicial_3) && (pulsos <= valor_final_3)) ||
((pulsos >= valor_inicial_4) && (pulsos <= valor_final_4)) ||
((pulsos >= valor_inicial_5) && (pulsos <= valor_final_5)) ||
((pulsos >= valor_inicial_6) && (pulsos <= valor_final_6)))

{
//output_high(ponto_d4); //Caso sim liga o pino Rd7 que aciona o ponto decimal
//no momento da escrita do valor da unidade de milhar
output_high(aplicador);
}
else
{
//output_low(ponto_d4); //Caso não desliga o ponto decimal no dígito da unidade de milhar
output_low(aplicador);
}
break;
*/
default :
break;
}

}
}
}
}
```



### Anexo D Data sheet do sensor de posicionamento

E3S-X3 **OMRON** E3S-X3

#### Specifications

##### ■ AMPLIFIERS

Part number	E3S-X3C04		
Supply voltage	12 to 24 VDC ±10%		
Current consumption	50 mA max.		
Required fiber-optic cables	E32-Series fiber-optic cables		
Light source	Pulse modulated red LED (660 nm)		
Operation mode	Light-ON/Dark-ON, wire selectable		
Sensitivity	Adjustable		
Mutual interference protection	Provided		
Control output	DC solid-state	Type	NPN-SPST open collector with constant current source (E3S-X3C04) PNP-SPST open collector (E3S-X3C04)
		Max. load	NPN type: Load (relay, sink) logic: 80 mA Voltage (source) logic: 1.5 to 3 mA PNP type: Load (relay, source) logic: 100 mA
		Max. on-state voltage drop	1.2 VDC
		Response time	On: 1 ms max. Off: 1 ms max.
Circuit protection	Output short-circuit	Provided	
	DC power supply reverse polarity	Provided	
Indicators	Light incident (red LED), Output stability (green LED)		
Materials	Case	Diecast zinc	
	Cable sheath	Plastic	
Mounting	Side mounting with two through holes; Bracket E3S-L2 and hardware included		
Connections	Provided	3-conductor cable, 2 m (6.56 ft) length	
Weight	200 g (7.05 oz.)		
Enclosure ratings	UL	—	
	MSMA	1, 4, 4X, 12	
	IEC 144	IP66	
Approvals	UL	—	
	CSA	—	
Ambient temperature	Operating	-25° to 55°C (-13° to 131°F)	
	Storage	-40° to 70°C (-40° to 158°F)	

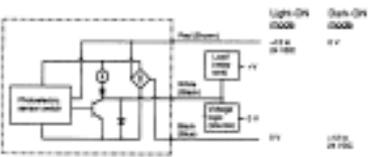
11

##### ■ FIBER-OPTIC CABLES

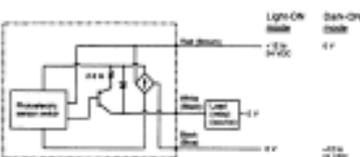
Refer to the E32 data sheet for detailed specifications on fiber-optic cables.

##### ■ OUTPUT CIRCUIT DIAGRAMS

###### NPN output



###### PNP output

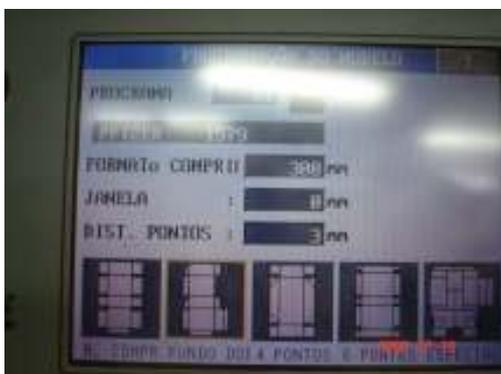


Note: IEC colors are shown in parentheses.

301

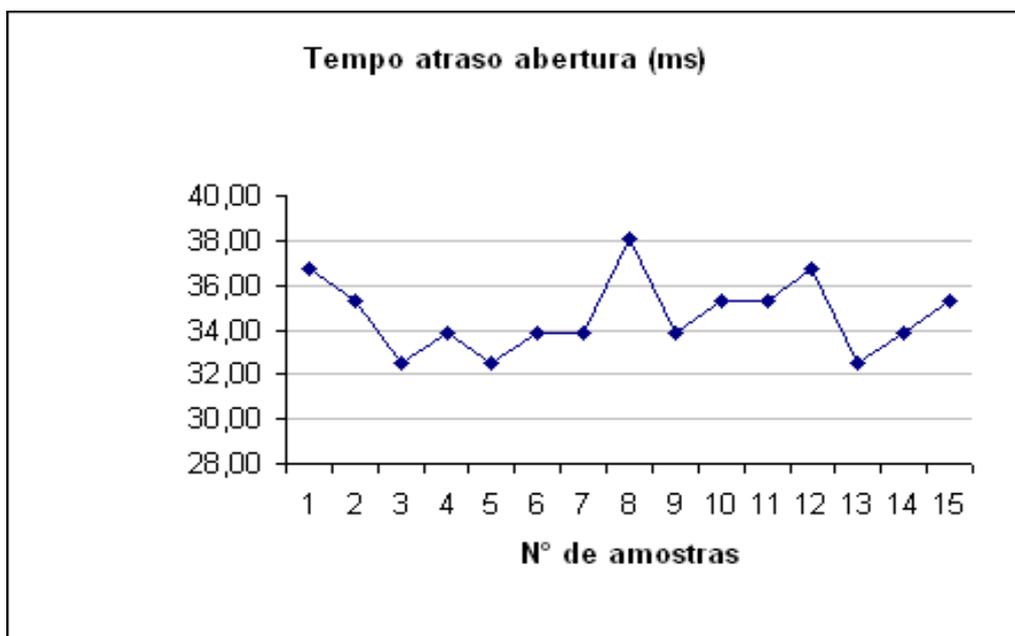


## Anexo E Telas de programação dos sistemas comerciais



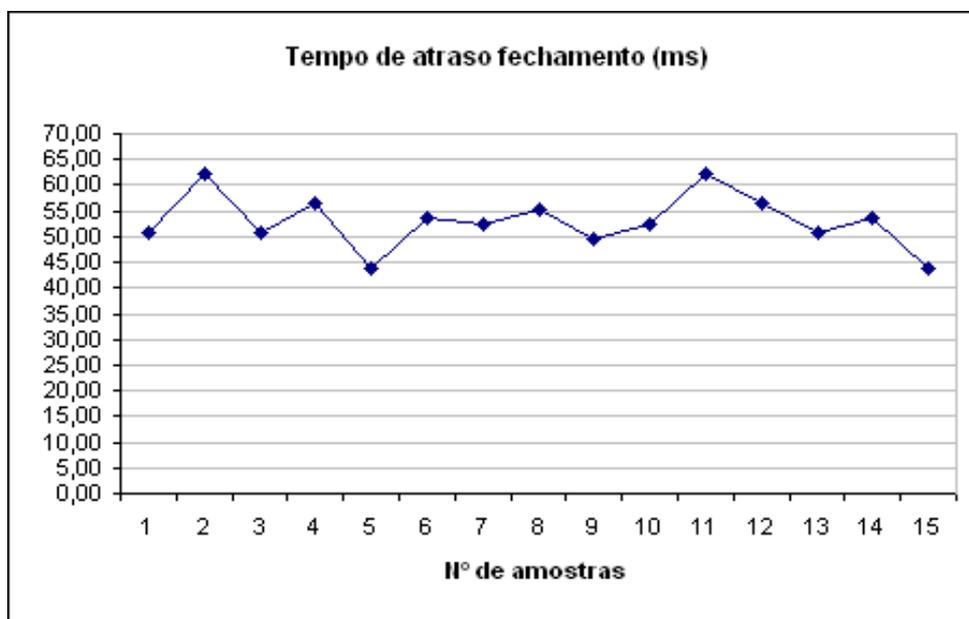
**Tabela 1 - Tempos de atraso na abertura do bico aplicador**

N° de amostras	Velocidade(mpm)	Dist sem aplicação (mm)	Tempo atraso abertura (ms)
1	42,50	26,00	36,71
2	42,50	23,00	32,47
3	42,50	23,00	32,47
4	42,50	23,00	32,47
5	42,50	23,00	32,47
6	42,50	23,00	32,47
7	42,50	23,00	32,47
8	42,50	27,00	38,12
9	42,50	23,00	32,47
10	42,50	23,00	32,47
11	42,50	23,00	32,47
12	42,50	23,00	32,47
13	42,50	23,00	32,47
14	42,50	23,00	32,47
15	42,50	25,00	35,29
Desvio Padrão		1,30	1,83
Média		23,60	33,32



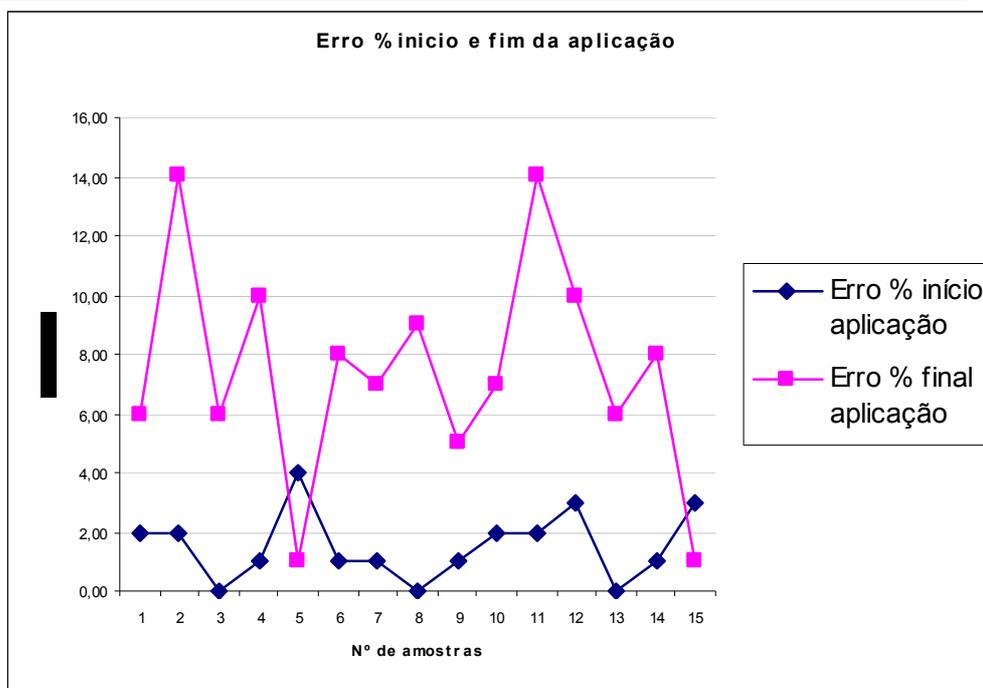
**Tabela 2 - Tempos de atraso no fechamento do bico aplicador**

N° de amostras	Velocidade (mpm)	Dist fechamento (mm)	Tempo atraso fechamento(ms)
1	42,50	30,00	42,35
2	42,50	30,00	42,35
3	42,50	30,00	42,35
4	42,50	30,00	42,35
5	42,50	30,00	42,35
6	42,50	30,00	42,35
7	42,50	30,00	42,35
8	42,50	30,00	42,35
9	42,50	30,00	42,35
10	42,50	30,00	42,35
11	42,50	30,00	42,35
12	42,50	30,00	42,35
13	42,50	30,00	42,35
14	42,50	30,00	42,35
15	42,50	30,00	42,35
Desvio Padrão		0,00	0,00
Média		30,00	42,35



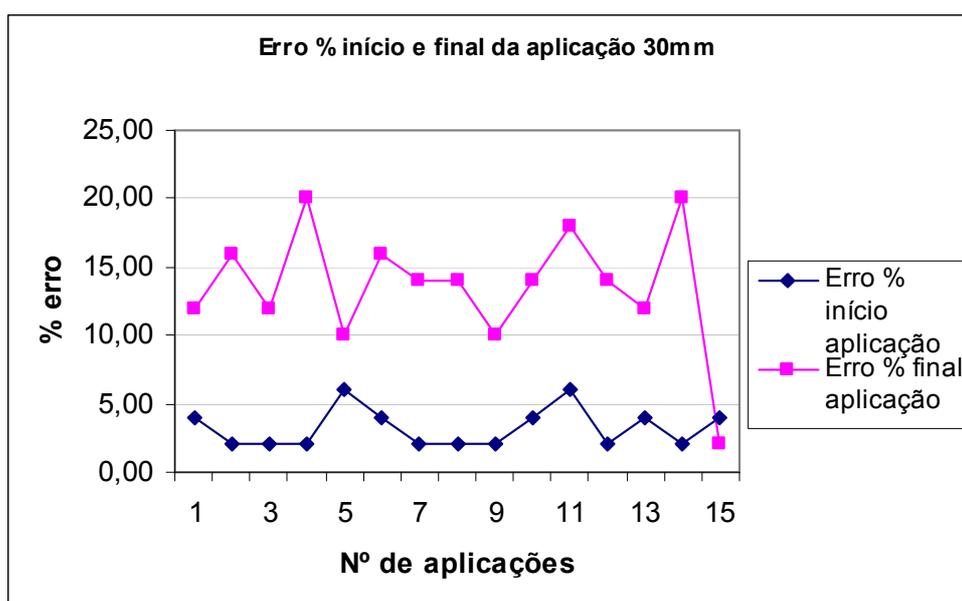
**Tabela 3- Resultados da aplicação de 50mm**

N° de amostras	Erro no início da aplicação 50mm (mm)	Erro no final da aplicação 50mm (mm)	Erro total	Erro % total aplicação 50mm	Erro % início aplicação	Erro % final aplicação
1	2,00	6,00	8,00	16,00	4,00	12,00
2	0,00	14,00	14,00	28,00	0,00	28,00
3	0,00	6,00	6,00	12,00	0,00	12,00
4	1,00	10,00	11,00	22,00	2,00	20,00
5	3,00	1,00	4,00	8,00	6,00	2,00
6	2,00	8,00	10,00	20,00	4,00	16,00
7	1,00	7,00	8,00	16,00	2,00	14,00
8	1,00	14,00	15,00	30,00	2,00	28,00
9	1,00	5,00	6,00	12,00	2,00	10,00
10	2,00	7,00	9,00	18,00	4,00	14,00
11	3,00	9,00	12,00	24,00	6,00	18,00
12	3,00	8,00	11,00	22,00	6,00	16,00
13	2,00	6,00	8,00	16,00	4,00	12,00
14	1,00	10,00	11,00	22,00	2,00	20,00
15	3,00	1,00	4,00	8,00	6,00	2,00
Média	1,67	7,47	9,13	18,27		
Desv Padrão	1,05	3,76				



**Tabela 4- Resultados da aplicação de 30mm**

N° de amostras	Erro no início da aplicação 30mm (mm)	Erro no final da aplicação 30mm (mm)	Erro total	Erro % total aplicação 30mm	Erro % início aplicação	Erro % final aplicação
1	2,00	6,00	8,00	26,67	4,00	12,00
2	1,00	8,00	9,00	30,00	2,00	16,00
3	1,00	6,00	7,00	23,33	2,00	12,00
4	1,00	10,00	11,00	36,67	2,00	20,00
5	3,00	5,00	8,00	26,67	6,00	10,00
6	2,00	8,00	10,00	33,33	4,00	16,00
7	1,00	7,00	8,00	26,67	2,00	14,00
8	1,00	7,00	8,00	26,67	2,00	14,00
9	1,00	5,00	6,00	20,00	2,00	10,00
10	2,00	7,00	9,00	30,00	4,00	14,00
11	3,00	9,00	12,00	40,00	6,00	18,00
12	1,00	7,00	8,00	26,67	2,00	14,00
13	2,00	6,00	8,00	26,67	4,00	12,00
14	1,00	10,00	11,00	36,67	2,00	20,00
15	2,00	1,00	3,00	10,00	4,00	2,00
Média	1,60	6,80	8,40	28,00	3,20	13,60
Desv Padrão	0,74	2,24				



**Tabela 5- Resultados da aplicação de 100mm**

N° de amostras	Erro no início da aplicação 100mm (mm)	Erro no final da aplicação 100mm (mm)	Erro total	Erro % total aplicação 100mm	Erro % início aplicação	Erro % final aplicação
1	2,00	6,00	8,00	8,89	2,00	6,00
2	2,00	14,00	16,00	17,78	2,00	14,00
3	0,00	6,00	6,00	6,67	0,00	6,00
4	1,00	10,00	11,00	12,22	1,00	10,00
5	2,00	6,00	8,00	8,89	2,00	6,00
6	1,00	8,00	9,00	10,00	1,00	8,00
7	1,00	7,00	8,00	8,89	1,00	7,00
8	0,00	9,00	9,00	10,00	0,00	9,00
9	1,00	5,00	6,00	6,67	1,00	5,00
10	2,00	7,00	9,00	10,00	2,00	7,00
11	2,00	14,00	16,00	17,78	2,00	14,00
12	3,00	10,00	13,00	14,44	3,00	10,00
13	0,00	6,00	6,00	6,67	0,00	6,00
14	1,00	8,00	9,00	10,00	1,00	8,00
15	2,00	4,00	6,00	6,67	2,00	4,00
Média	1,33	8,00	9,33	10,37		
Desv Padrão	0,90	2,98				

