

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ**  
**DIRETORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO**  
**DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE ELETRÔNICA**  
**CURSO DE ESPECIALIZAÇÃO EM AUTOMAÇÃO INDUSTRIAL**

**TIAGO VICENTINI PEREIRA**

**PROJETO PARA RETROFIT EM MÁQUINA APLICADORA DE RESINA**

**MONOGRAFIA - ESPECIALIZAÇÃO**

**CURITIBA**

**2016**

**TIAGO VICENTINI PEREIRA**

**PROJETO PARA RETROFIT EM MÁQUINA APLICADORA DE RESINA**

Monografia de conclusão do curso de Especialização em Automação Industrial do Departamento Acadêmico de Eletrônica da Universidade Tecnológica Federal do Paraná apresentada como requisito parcial para obtenção do grau de Especialista em Automação Industrial.

Orientador: Prof. Dr. Valmir de Oliveira

**Curitiba**

**2016**

## **AGRADECIMENTOS**

Em primeiro lugar, agradeço a Deus pela oportunidade concedida por Ele de poder estar dando mais um passo na minha carreira profissional com este grande curso de especialização.

Agradeço a minha família pelo apoio incondicional em todos os momentos da minha vida, sem eles essa evolução profissional seria muito mais difícil.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Valmir de Oliveira pela ajuda, orientação e esforço conjunto para que esse trabalho pudesse se realizar.

## RESUMO

PEREIRA, Tiago Vicentini, **Projeto para Retrofit em Máquina Aplicadora de Resina**, 2016. 27f. Monografia (Curso de Especialização em Automação Industrial, Departamento Acadêmico de Eletrônica, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2016).

Este trabalho de conclusão descreve a execução de uma melhoria feita numa máquina aplicadora de resina em bobinas de papel para efeito de selamento em embalagens de guardanapos. Devido à falta de diagramação elétrica, desconhecimento do programa do CLP existente e impossibilidade de paralisação da máquina pelo tempo necessário para fazer um *retrofitting* completo da máquina, a melhoria foi realizada em paralelo com o sistema atual, sendo implantado um novo sistema de controle de velocidade baseado na temperatura da estufa e um novo acionamento do motor que é responsável pelo espalhamento de ar quente por toda a estufa.

**Palavras - chaves:** CLP, Coater, Grafcet, Resinadora

## ABSTRACT

PEREIRA, Tiago Vicentini, **Projeto para Retrofit em Máquina Aplicadora de Resina**, 2016. 27f. Monografia (Curso de Especialização em Automação Industrial, Departamento Acadêmico de Eletrônica, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2016).

*This work conclusion describe the execution of improvement done a machine resin applicator in paper roll to effect of collage in packaging napkin. Due to lack of electrical diagramming, lack of programming CLP existing and inability to shutdown the machine as long as necessary to do a complete retrofiting, improvement was realized in parallel with the current system, being deployed a new system of speed control based on the temperature range inside the heater and a new motor drive that is responsible for the hot air spreading across the oven.*

*Keywords: CLP, Coater, Grafcet, Resin Machine*

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Representação simplificada da máquina Coater .....	13
Figura 2 - Fotografia do conjunto desbobinador e freio .....	14
Figura 3 - Fotografia do conjunto aplicador de resina .....	15
Figura 4 - Fotografia da tampa da estufa .....	17
Figura 5 - Fotografia do conjunto do rebobinador .....	18
Figura 6 - Sistema de automação centralizada .....	20
Figura 7 - CLP Toshiba PROSEC T1, instalado na máquina de reforma .....	21
Figura 8 - Elementos de um <i>Grafcet</i> .....	22
Figura 9 - Fluxograma geral, para automatização da velocidade do rebobinador ....	23
Figura 10 - <i>Grafcet</i> a ser utilizado no <i>retrofitting</i> .....	26

## LISTA DE SIGLAS

CV - Cavalo-vapor

CLP - Controlador Lógico Programável

IHM - Interface Homem-Máquina

GRAFCET - Controle de Gráfico Funcional (*Graphe Fonctionnel de Commande*)

m/min - Metros por minuto

V - Volts

# SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO.....</b>	<b>9</b>
1.1 TEMA.....	9
1.2 DESCRIÇÃO DO PROBLEMA.....	10
1.3 OBJETIVOS.....	10
1.3.1 Objetivo Geral.....	10
1.3.2 Objetivos Específicos.....	11
1.4 JUSTIFICATIVA.....	11
1.5 ESTRUTURA DO TRABALHO.....	12
<b>2. APLICADORA DE RESINA.....</b>	<b>13</b>
2.1 COATER.....	13
2.1.1 DESBOBINADOR.....	14
2.1.2 ROLO APLICADOR.....	15
2.1.3 ESTUFA.....	16
2.1.4 REBOBINADOR.....	17
2.1.5 ARQUITETURA DE CLP.....	18
2.1.6 CONTROLADOR LÓGICO PROGRAMÁVEL.....	20
2.1.7 CONTROLE DE GRÁFICO FUNCIONAL - GRAFCET.....	21
<b>3 DESENVOLVIMENTO.....</b>	<b>22</b>
3.1 COMPOSIÇÃO DO NOVO SISTEMA.....	22
<b>4 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>26</b>

# 1. INTRODUÇÃO

## 1.1 TEMA

Devido ao grande avanço da tecnologia, das exigências do mercado e da importância dos temas ligados à flexibilidade, qualidade, redução ou eliminação de perdas e segurança, as empresas são 'obrigadas' a um aumento de competitividade para se manterem no mercado. Para isso são utilizadas estratégias gerenciais aliadas à tecnologia que fornecem soluções para atender os pré-requisitos que o comércio exige.

A necessidade de plantas fabris ágeis, com grande produtividade e um número muito pequeno de paradas. Tudo isso foi conseguido graças à integração de sistemas e distribuição da inteligência nos diversos pontos da cadeia produtiva (CAPELLI, Alexandre, 2007, p.17).

Qualquer que seja o segmento industrial, a automação tornou-se necessária à sobrevivência em mercados dinâmicos e flexíveis, onde a presença humana é cada vez mais rara e bem remunerada (CAPELLI, Alexandre, 2007, p.19). A automação industrial então pode ser definido como a aplicação de técnicas, *softwares* e/ou equipamentos específicos em uma determinada máquina ou processo industrial, com o objetivo de aumentar sua eficiência, maximizar a produção com o menor consumo de energia e/ou matérias primas, menor emissão de resíduos de qualquer espécie, melhores condições de segurança, ou ainda, de reduzir o esforço ou interferência humana sobre os processos ou máquina.

## 1.2 DESCRIÇÃO DO PROBLEMA

Na produção de guardanapo embalado, a quantidade de aparas que são geradas durante todo o processo devido às paradas da máquina aplicadora de material selante é um enorme problema. Tais paradas ocorrem por problemas inerentes ao processo como rasgar o papel enquanto se está aplicando a resina, paradas para manutenção corretiva ou preventiva ou nas paradas para *start-up*.

Considerado a quantidade de máquinas envolvidas no processo de confecção do guardanapo embalado e a quantidade de horas que todas elas trabalham durante o mês, pois em todas as máquinas por onde essas bobinas resinadas passam o fato do papel estar muito úmido ou muito seco interfere diretamente em seu processo particular, seja ele a impressão, o refilamento e principalmente no processo final que é a embalagem do guardanapo.

Também a falta de segurança caso haja superaquecimento causado por um defeito no queimador aliado a distração ou falta de conhecimento dos operadores para a identificação de qualquer anormalidade no sistema de secagem pode causar sérios acidentes a eles mesmos como para os colegas de trabalho em volta.

## 1.3 OBJETIVOS

Neste tópico serão abordados os objetivos gerais deste trabalho assim como os objetivos específicos a serem aprofundados.

### 1.3.1 Objetivo Geral

Avaliar o sistema de rebobinamento atual em uma máquina resinadora e propor uma melhoria adotando um sistema automático de velocidade envolvendo as

possíveis variações bruscas de temperatura, bem como uma melhoria no sistema de acionamento dos motores que fazem parte do conjunto de secagem.

### 1.3.2 Objetivos Específicos

- Compreender o funcionamento do atual sistema de rebobinamento de papel.
- Compreender o funcionamento do conjunto para secagem da resina.
- Estudar o funcionamento do controle de velocidade dos motores.
- Especificar o *hardware* que será utilizado no *retrofitting*.
- Desenhar o Grafcet de referência para a programação do CLP no *retrofitting*.

## 1.4 JUSTIFICATIVA

A máquina em questão foi fabricada pela empresa Maxberg em 1972, sofreu muitas mudanças ao longo do tempo e hoje possui um sistema de automação sem muita complexidade. O CLP que ela utiliza para fazer os acionamentos do comando é um Toshiba PROSEC T1, na qual não é possível ter acesso à programação existente tampouco modificá-lo devido a senha que o protege.

A máquina também não possui nenhum tipo de diagrama elétrico, o que complica ainda mais qualquer tipo de alteração física em seu comando. Não existe nenhum tipo de segurança ou alarme em caso de superaquecimento do queimador ou até mesmo para uma queda de temperatura, o que ocasionaria problemas na cadeia de processos posteriores a este ou até mesmo risco de pequeno incêndio no papel. Os motores que fazem parte do sistema de secagem possuem como forma de acionamento a partida direta, o que faz com que haja um esforço muito grande

nas correias que interligam o eixo do motor ao eixo do ventilador que insufla o ar quente por toda a estufa.

Dessa forma, a proposta de melhoria vem com o intuito de reduzir as perdas que são geradas nas paradas de máquina e *start-ups*, eliminar o risco de incêndio dentro do conjunto de secagem em caso de anomalia no queimador e a redução de troca de correias que são feitas no motor do soprador de calor.

## 1.5 ESTRUTURA DO TRABALHO

No primeiro capítulo deste trabalho é descrito o tema central do projeto para *retrofitting*, bem como os problemas a serem solucionados, os objetivos a serem alcançados e a justificativa para que seja implementado este sistema de controle de velocidade automático.

No capítulo dois temos uma breve descrição das principais partes que compõe a máquina aplicadora de resina em questão, uma breve descrição sobre os tipos de arquitetura dos sistemas de automação, o CLP utilizado atualmente na máquina para a reforma e o *Grafcet* de referência para a nova programação do CLP. Algumas imagens foram inseridas para facilitar o entendimento do funcionamento do conjunto.

O capítulo três descreve o desenvolvimento e a composição do novo sistema.

Por fim, no capítulo quatro temos as considerações finais para este projeto de *retrofitting*.

## 2. APLICADORA DE RESINA

Neste capítulo serão detalhados alguns componentes da máquina aplicadora de resina em papel para guardanapo embalado. Para um melhor entendimento das partes que compõe o conjunto serão descritos os funcionamentos das partes isoladamente.

### 2.1 COATER

Uma máquina para *coating* de papel, normalmente denominada de *coater*, é utilizada nas indústrias gráficas para aplicação de agentes de colagem superficial nos processos onde envolve papel e outras aplicações, em processos de fabricação e utilização dos diversos tipos de papel e embalagens em geral. Na figura 1, tem-se a representação simplificada da máquina aplicadora de resina, objeto desse trabalho. Ainda na Figura 1 são destacados o desbobinador, o aplicador, a estufa e o rebobinador. Essas partes serão descritas separadamente nos próximos tópicos.

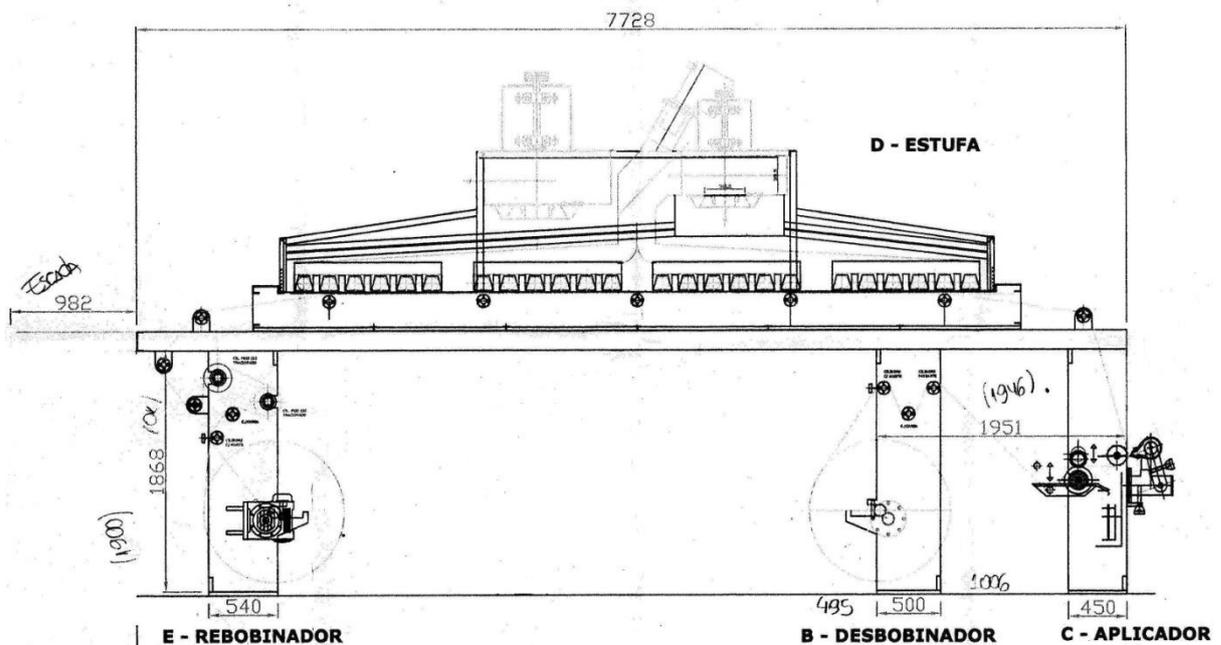


Figura 1 - Representação simplificada da máquina coater.  
Fonte: Autoria própria

### 2.1.1 DESBOBINADOR

O desbobinador, mostrado na Figura 1, é o equipamento responsável pelo início do processo na máquina. No desbobinador chegam as bobinas de papel crepado, específico para a produção de embalagem, sem resina e muito das vezes sem impressão. A bobina é presa num eixo que está ligado ao sistema de freio da máquina, composto por um disco, pastilhas e diafragmas. O diafragma é o dispositivo que segura o ar que vem de uma válvula pneumática, controlada a partir de uma placa eletrônica que recebe sinais de um módulo operacional. Aquele módulo recebe sinais de células de carga fixadas ao rolo por onde o papel passa assim que sai do desbobinador. O ar confinado nos diafragmas faz com que as pastilhas atuem mais ou menos no disco, fazendo com que o eixo apresente sinais de frenagem variável (mais ou menos livre). A Figura 2 mostra uma fotografia do conjunto formado pelo desbobinador e pelo freio, pneumaticamente atuado.

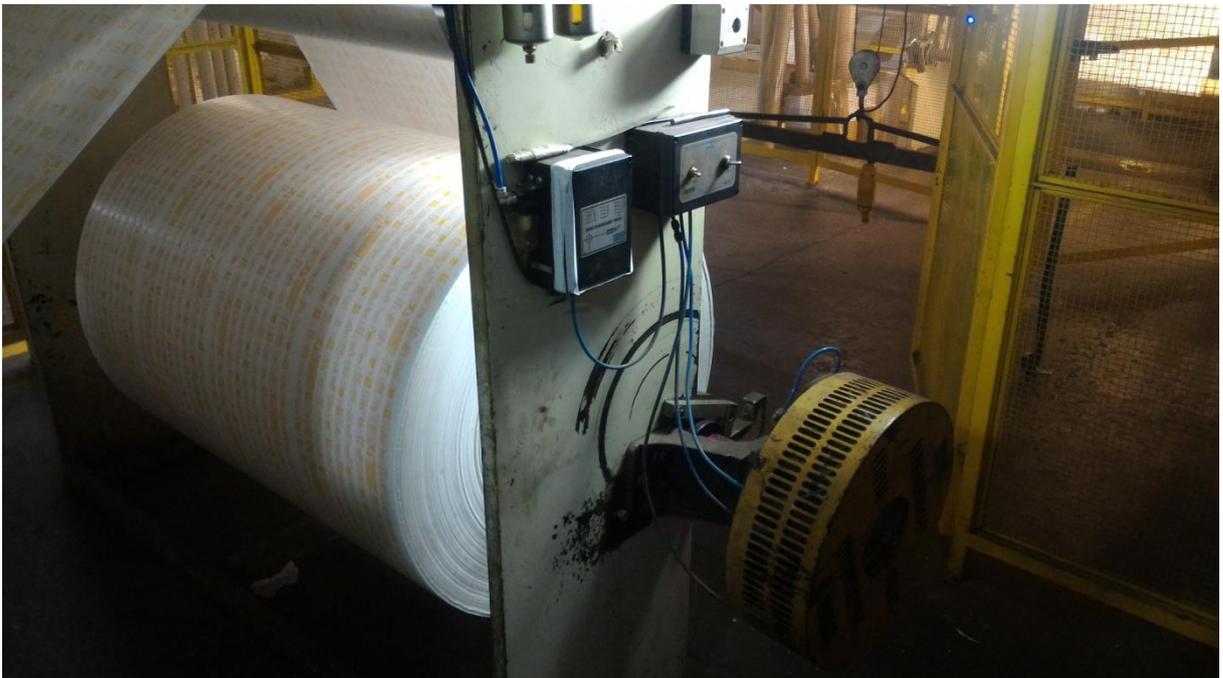


Figura 2 - Fotografia do conjunto desbobinador e freio.  
Fonte: Autoria própria

### 2.1.2 ROLO APLICADOR

Após passar por alguns rolos que giram sem tracionamento, cuja função é esticar o papel e medir a pressão exercida pelo papel no rolo, ao qual, estão fixadas as células de carga, o papel passa pelo rolo aplicador de resina. O rolo aplicador gira a partir do acionamento de um motor com redutor localizado na parte lateral da máquina. A velocidade do motor que aciona o rolo é controlada por inversor de frequência Toshiba VF-S11 de forma que a mesma seja compatível com a velocidade do papel que estará passando por ele. A velocidade deste motor é ajustada pelo operador via Interface Homem-Máquina - IHM Toshiba . Conforme o operador aumenta a velocidade da máquina, ele também aumenta a velocidade do rolo aplicador, chegando a um patamar de 30 metros/minuto (m/min). Devido a viscosidade da resina ser baixa, essa velocidade é suficiente para aplicar sem excessos e sem escorregamento do papel pelo rolo. Após a aplicação da resina, o papel passa por uma faca de ar que faz espalhar de cima para baixo a resina de forma uniforme por todo o papel. A Figura 3 mostra a fotografia do conjunto aplicador de resina.



Figura 3 - Fotografia do conjunto aplicador de resina.  
Fonte: Autoria própria

Erros na quantidade de resina aplicada, para mais ou para menos, prejudica todo o processo. Se a quantidade de resina aplicada for excessiva, o papel fica encharcado e corre o risco de não secar a tempo de ser rebobinado, o que complica o processo de refilamento, por exemplo. Se for insuficiente a quantidade de resina aplicada, o papel rebobinado ficará muito seco e provavelmente terá problemas para selar no último processo da cadeia e/ou ficará arrebitando a todo instante por estar muito seco, o que gera parada de máquina e perdas.

### 2.1.3 ESTUFA

A secagem é feita através do calor gerado por uma tocha a gás. O ar quente é lançado para dentro de uma enorme tampa, localizada na parte superior da máquina, formando uma estufa. A temperatura pode ultrapassar os 350°C, porém a temperatura de trabalho com a máquina rodando em sua velocidade nominal fica em torno de 315°C, e esse ar quente é espalhado por toda a tampa graças a um ventilador acionado por um motor de 12.5 cv, também chamado de motor do soprador.

O acionamento do motor do soprador é feito em uma partida direta. A inércia do conjunto provoca forte impacto, no momento da partida, provocando frequentes desgastes e/ou rompimentos nas correias do acionamento motor-ventilador. Tal falha tem gerado paradas demoradas para manutenção para troca de correias devido ao grande desgaste que sofrem aliada a temperatura alta a que ficam submetidas. O motor do ventilador está localizado numa das extremidades da tampa da máquina, enquanto que na outra extremidade temos o motor do exaustor cuja potência é de 10 cv. O motor do exaustor é responsável pelo envio do ar quente para fora da fábrica.

Preso à tampa da estufa há um termopar tipo J, que em conjunto com um módulo, fornece sinal em tensão de 0 a 10V, monitorando a temperatura no interior da referida estufa. O sinal proveniente do módulo do termopar vai direto para o

cartão de expansão TC 111 do CLP Toshiba, entrada analógica, que é especificamente para sinais de termopares. A variação de temperatura na tampa da estufa varia o sinal gerado no termopar, e a temperatura é mostrada na IHM. O acionamento para fechamento e abertura da tampa é feito via IHM, comandado pelo CLP. O sistema é pneumático composto apenas de uma eletroválvula e dois pistões. Não há nenhum sensor indicando se a tampa está aberta ou fechada. Como medida de segurança, em caso de falhar algum pistão, há dois apoios nas extremidades da tampa enquanto o operador está passando o papel ou limpando a estufa. A Figura 4 mostra a tampa da estufa aberta, evidenciando um dos cilindros pneumáticos em primeiro plano.



Figura 4 - Fotografia da tampa da estufa.  
Fonte: Autoria própria.

#### 2.1.4 REBOBINADOR

O rebobinador é a etapa final do processo de aplicação de resina no rolo de papel crepado. O sistema de rebobinamento consiste de um eixo acoplado ao eixo de um motor de 15 cv. Este motor possui um encoder acoplado em seu eixo cuja função é monitorar a velocidade de giro, fornecendo um *feedback* para o sistema de controle. O seu acionamento é feito por um inversor de frequência Toshiba modelo

VF-P7. A velocidade é ajustada pelo operador através de botões na IHM. A velocidade é incrementada manualmente a medida que a temperatura vai aumentando dentro da estufa, baseado na experiência e conhecimento do operador, da mesma forma acontece para decrementar a velocidade com o esfriamento da estufa. A Figura 5 mostra o conjunto do rebobinador.



Figura 5 - Fotografia do conjunto do rebobinador.  
Fonte: Autoria própria.

### 2.1.5 ARQUITETURA DE CLP

Antes de detalhar o projeto proposto, são feitas considerações sobre os recursos tecnológicos disponíveis para sistemas de automação que utilizam topologias centralizadas ou descentralizadas (também conhecida como distribuída).

Os sistemas de automação centralizados são aqueles em que o sistema de automação possui todos os dispositivos concentrados em um único ponto. Ou seja, a partir do CLP e de seus módulos de expansão saem todas as ligações (fiação) para realizar os acionamentos.

Já os sistemas de automação descentralizados tem seu sistema distribuído ao longo da máquina. Neste tipo de automação usa-se uma quantidade menor de fios, devido a comunicação entre os CLP's serem feitas através de diferentes redes de comunicação.

O sistema atual da máquina, alvo desse projeto, enquadra-se no sistema centralizado onde apenas um CLP com seus módulos de expansão comandam todo o acionamento da máquina. Afim de minimizar os custos neste *retrofitting*, o CLP atual poderá ser reutilizado. Uma tentativa de backup do programa deve realizada para que seu programa seja apagado e reprogramá-lo contemplando essa melhoria no novo programa, mantendo a topologia centralizada. A Figura 7 mostra o fluxo dos sinais em um sistema de automação centralizado, formado pelos sensores, fornecedores da leitura do processo para o controlador central, o qual em função dos sinais recebidos, gera os diferentes sinais de atuação para manter o processo, o mais próximo possível, no ponto de operação ótimo.

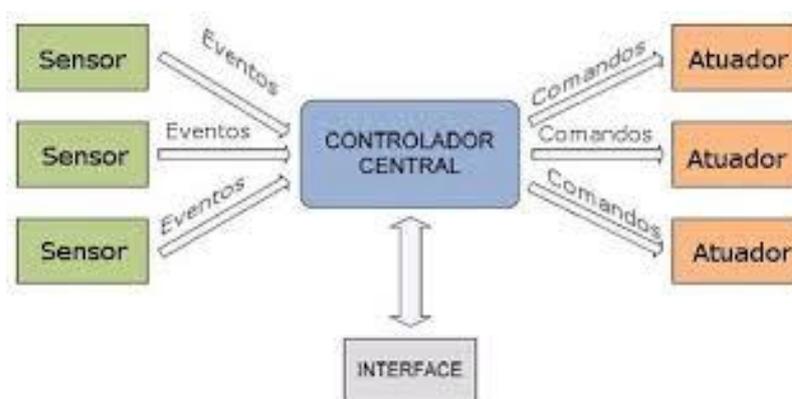


Figura 6 - Sistema de Automação Centralizado

Fonte: Ferreira (2008)

## 2.1.6 CONTROLADOR LÓGICO PROGRAMÁVEL

Um CLP pode ser definido como um computador industrial, capaz de armazenar instruções para implementações de funções de controle, além de realizar operações lógicas e aritméticas, manipulação de dados e comunicação em rede, sendo utilizado no controle de Sistemas Automatizados (GEORGINI, 2000, p 30).

O CLP Toshiba PROSEC T1, modelo TDR116S6S tem como uma das principais características porta 485 para comunicação em rede com CLP's, inversores Toshiba ou dispositivos ASCII. Reutilizando o mesmo CLP elimina-se o risco de incompatibilidade na comunicação do CLP com os demais periféricos que também são da mesma marca. É necessário utilizar os módulos de expansão atuais, TDD116M e TTC111M. O primeiro módulo são 8 pontos de entrada 24Vcc, 5 mA e 8 pontos de saída 24 Vcc, 100 mA, o segundo módulo possui 1 canal de entrada para termopar tipo E, J, e K (INOVASISTEM).



Figura 7 - CLP Toshiba PROSEC T1, instalado na máquina em projeto de reforma.  
Fonte: Autoria própria.

## 2.1.7 CONTROLE DE GRÁFICO FUNCIONAL - GRAFCET

O diagrama funcional *Grafcet* permite descrever os comportamentos de um automatismo em função das informações que recebe. É uma metodologia que surge com a necessidade do desenvolvimento de programas para controle de processos sequenciais. A Figura 8 mostra as etapas de um *Grafcet*.

Este diagrama é constituído por:

- Etapas, que estão associadas às ações;
- Transições, que estão relacionadas às receptividades;
- Linhas orientadas que ligam as etapas com as transições e as transições com as etapas;
- E receptividade, que representa uma condição associada a uma transição, cujo valor depende do estado do processo físico e que autoriza o disparo dessa transição.

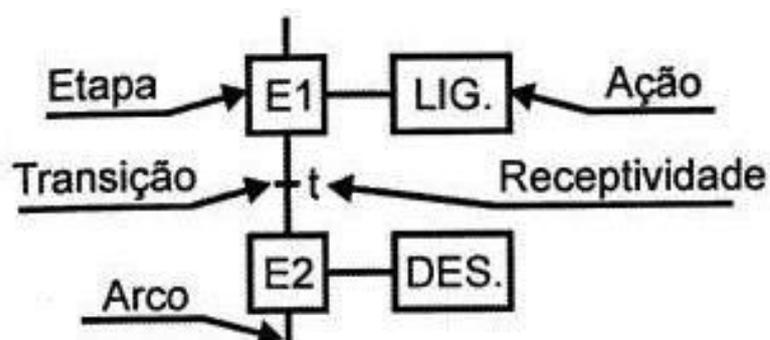


Figura 8 - Elementos de um *Grafcet*.

Fonte: Georgini, 2000.

### 3 DESENVOLVIMENTO

Nesse capítulo serão descritas as etapas para o desenvolvimento do projeto de *retrofitting* para a máquina aplicadora de resina em papel crepado. Tal projeto foca, essencialmente, na variação automática do rebobinador em função da temperatura na estufa de secagem da resina.

#### 3.1 COMPOSIÇÃO DO NOVO SISTEMA

Nesta seção será abordado as interligações elétricas necessárias para o funcionamento da máquina neste projeto de *retrofitting*, bem como a escolha dos dispositivos de automação necessários para tal fim e os critérios para a programação do CLP.

Como já discutido, alguns empecilhos tornam impossível a execução do projeto neste momento: a falta de acesso ao programa gravado no CLP, a falta de diagrama elétrico tanto de força como de comando assim como a impossibilidade de parada da máquina, por tratar-se de equipamento vital no processo produtivo. Ainda assim, apresentaremos uma opção de solução para *retrofitting* da referida máquina.

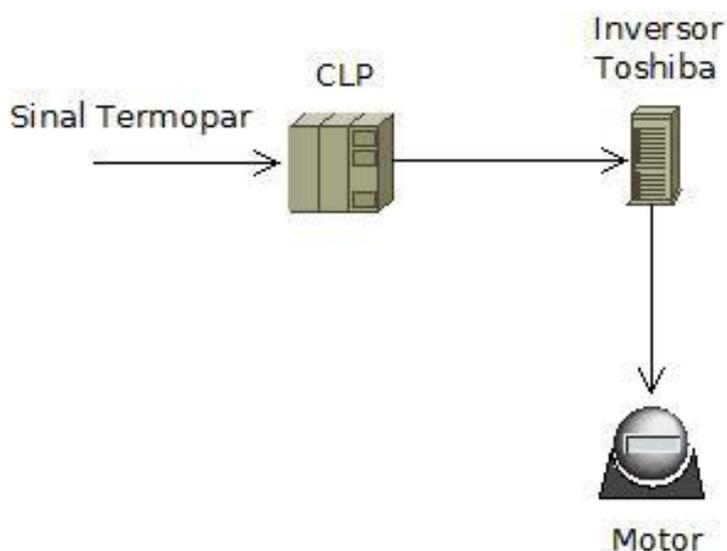


Figura 9 - Fluxograma geral, para automatização da velocidade do rebobinador.  
Fonte: Autoria própria.

A representação esquemática simplificada mostrada na Figura 9, indica a aplicação do sinal do termopar, com a leitura da temperatura na estufa, no CLP, o qual informará ao inversor de frequência qual deverá ser a velocidade do motor do rebobinador do papel, em função daquela temperatura. Substituindo, de tal forma, o ajuste que o operador faz manualmente na IHM.

Para esse projeto de *retrofitting*, caso não seja possível fazer o backup do CLP instalado na máquina, devido ao já relatado, estuda-se a possibilidade de adquirir outro CLP Toshiba PROSEC T1, com os mesmos módulos de expansão e criar um circuito paralelo do tipo *BYPASS* para interligar os dois CLP's ao mesmo tempo. Dessa forma poderia reutilizar grande parte do circuito elétrico atual. Cabos de comunicação, cabos de alimentação, I/O's, sistema de segurança e todo o circuito elétrico permaneceria o mesmo, com possíveis pequenas alterações e substituições.

Também no projeto, foi elaborado um diagrama funcional visando o controle automático da velocidade. Na Figura 10 temos a imagem do *Grafcet* que representa a lógica para a programação do CLP.

Cada elemento da máquina não depende exclusivamente de outra parte dela, ou seja, não há nenhum tipo de sincronismo entre o rolo aplicador de resina e o rebobinador, por exemplo. Os acionamentos são feitos via IHM e uma série de relés atuam ligando e desligando os dispositivos da máquina.

Como foi dito anteriormente, o foco principal deste projeto é fazer o controle de velocidade a partir da variação de temperatura. Alguns sensores precisam ser instalados na máquina afim de gerar sinais que serão usados para assegurar o funcionamento correto da máquina, para a própria segurança do operador e qualidade do processo. Um dos sensor é para detectar a presença de papel na máquina e o outro para identificar que a tampa da estufa está fechada.

Diante disso, após fazer o acionamento de todos os elementos da máquina que é "fechar a tampa, ligar os motores da estufa, ligar o motor do rolo aplicador, ligar a faca de ar e habilitar o rebobinador", a estufa começará a aquecer e ao atingir uma determinada temperatura, o rebobinador começaria a rodar. Essa temperatura de partida da máquina seria de 50°C, e a cada 4°C o motor do rebobinador seria incrementado em 2 m/min. Dessa maneira, quando a estufa atingir a temperatura ideal de trabalho (em torno de 315°C), a máquina estaria em sua velocidade nominal (em torno de 133 m/min).

Em caso de rompimento do papel ou com o término da bobina que está sendo resinada, o sensor capacitivo que detecta a presença de papel pela máquina tem seu sinal rompido e o rebobinador entra em desaceleração cujo o tempo estará programado no próprio inversor que o controla. Criar-se-ia então uma rampa de desaceleração conveniente pois no caso de rompimento do papel ou até mesmo no término da bobina, o rebobinador já poderá estar com uma grande carga em seu eixo e em alta velocidade, e devido a inércia neste cenário ser grande, para não danificar o equipamento nem gerar acidentes, esse tempo deve ser levado em consideração na parametrização do inversor.

No caso de uma nova passagem de papel pela máquina, como a estufa já estará com uma temperatura diferente da temperatura de início do processo automático de velocidade, o religamento da máquina aconteceria agora através de uma rampa de aceleração, com um tempo também programado no inversor. Por exemplo, caso haja rompimento do papel, o motor desacelera até parar por completo. Com isso, após identificar a parada total do rebobinador o sistema de segurança instalado na máquina libera as portas, o operador abre a estufa e com ajuda de seu auxiliar volta a passar o papel pela máquina. Esse processo pode levar alguns minutos, e com a tampa aberta, a estufa perde calor. Quando for religar a máquina, o sistema irá identificar qual a temperatura está dentro da estufa e o rebobinador irá rodar até chegar na velocidade equivalente a temperatura que está na estufa, dentro do tempo que foi programado no inversor de frequência.

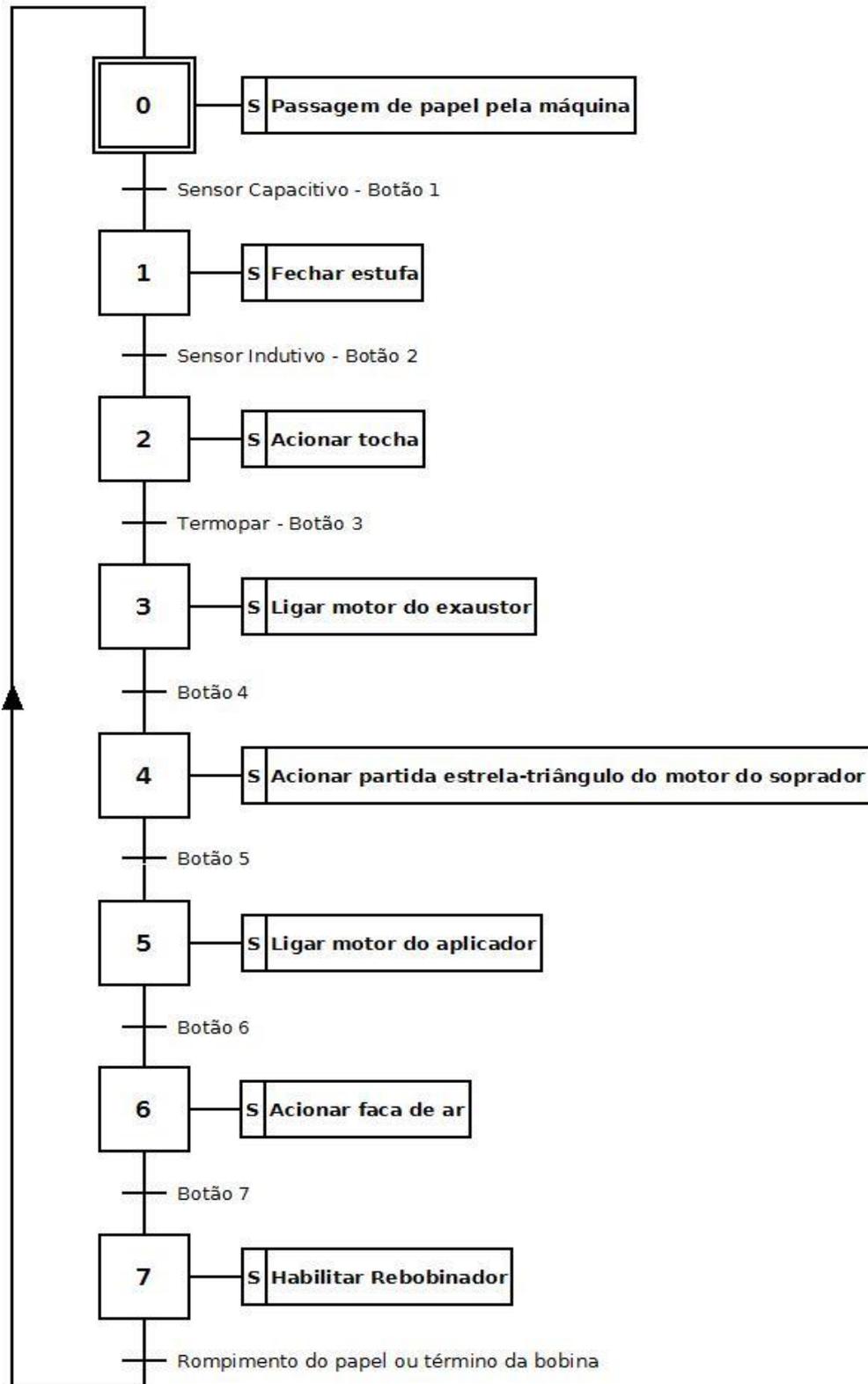


Figura 10 - GRAFCET a ser utilizado no *retrofitting*.  
 Fonte: Autoria própria.

## 4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com este projeto de melhoria no sistema de velocidade da máquina, pôde-se estudar e compreender melhor o funcionamento atual do sistema e encontrar uma solução cabível para minimizar a quantidade de aparas que o processo atual gera. Não apenas isso mas também melhorar a qualidade da aplicação de resina no papel.

Diante do que foi proposto, conseguimos alterar o sistema de partida do motor do soprador que é o motor que mais gerava parada para manutenção. Desde que foi alterado de partida direta para partida estrela-triângulo, não houve mais intervenções da equipe de manutenção para troca de correias.

Também foi criado o digrama funcional *Grafcet* que permite visualizar as etapas do processo a ser controlado, que auxiliará na implementação do programa na linguagem *Ladder*.

Infelizmente por limitação de tempo, custos e disponibilidade da máquina, o presente projeto está aguardando para poder ser executado.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

GEORGINI, Marcelo. **Automação Aplicada - descrição e implementação de sistemas sequenciais com PLC's**. São Paulo: Ed. Érica, 2000.

CAPELLI, Alexandre. **Automação Industrial - controle de movimento e processos contínuos**. São Paulo: Ed. Érica, 2007.

FERREIRA, João Alexandre Oliveira. **Interface homem-máquina para domótica baseado em tecnologias WEB**. Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto. Porto - Portugal, 2008.

AUTOMAÇÃO INDUSTRIAL. Disponível em:  
<[https://pt.wikipedia.org/wiki/Automa%C3%A7%C3%A3o\\_industrial](https://pt.wikipedia.org/wiki/Automa%C3%A7%C3%A3o_industrial)>  
Acesso em: 12/04/2016.

CLP TOSHIBA PROSEC T1. Disponível em: <<http://inovasistem.com.br/clp.php>>  
Acesso em 15/07/2016.