



FACULDADE DE TECNOLOGIA SENAI CIMATEC
CURSO SUPERIOR DE TECNOLOGIA EM MECATRÔNICA
INDUSTRIAL

ALINE SOARES WAINBERGER

LUIS PAULO BATISTA SOUSA JUNIOR

RETROFITTING DO SISTEMA AUTOMÁTICO DE
ALIMENTAÇÃO DE PAPEL PARA A IMPRESSORA
INDUSTRIAL GOSS URBANITE.

Salvador

2011

ALINE SOARES WAINBERGER
LUIS PAULO BATISTA SOUSA JUNIOR

*RETROFITTING DO SISTEMA AUTOMÁTICO DE
ALIMENTAÇÃO DE PAPEL PARA A IMPRESSORA
INDUSTRIAL GOSS URBANITE.*

Trabalho de Conclusão de curso apresentado ao Curso Superior de Tecnologia em Mecatrônica Industrial da Faculdade de tecnologia SENAI CIMATEC como requisito final para a obtenção do título de Tecnólogo em Mecatrônica Industrial.

Orientador: Milton Bastos de Souza

Salvador

2011

Dedicamos este trabalho à Deus e às nossas famílias!

AGRADECIMENTO

Em primeiro lugar a Deus, por ter nos dado a sabedoria para concluir mais uma etapa das nossas vidas e por estar sempre presente conosco, não deixando nos faltar nada que realmente seja essencial. E ainda por ter nos dado sempre saúde e fé Nele.

Às nossas famílias que deram apoio inestimável e amor incondicional sendo fundamental para ser e conquistar tudo o que temos hoje.

Do SENAI CIMATEC, ao Prof. M.Sc Milton Bastos, pela orientação durante a preparação do projeto e por ter feito parte da nossa formação profissional. Ao Prof. M.Sc. Cléber Vinicius que contribuiu com grande auxílio e paciência no desenvolvimento desse trabalho. E, com um carinho especial, a todos os colegas, que sempre estiveram unidos nos ajudando a seguir nessa caminhada profissional.

“E não vos conformeis a este mundo, mas transformai-vos pela renovação da vossa mente, para que experimenteis qual seja a boa, agradável, e perfeita vontade de Deus.”

Romanos 12:2

RESUMO

O presente trabalho propõe a realização do *retrofitting* do sistema automático de alimentação de papel para a impressora industrial Goss Urbanite. Para tanto, se faz necessário o desenvolvimento de uma lógica de controle que possa eliminar a necessidade de intervenções externas, em algumas etapas, as quais, atualmente, são feitas pelo operador da máquina em questão, além de comissionar e programar, quando for preciso, alguns equipamentos que farão parte desse sistema. Com isso, pretende-se reduzir o tempo médio entre falhas da máquina devido à quebra do papel durante a troca da bobina. Dessa forma é possível diminuir gastos e tempo de realização de todo o processo. Após a simulação do projeto, foi possível validar os resultados esperados.

Palavras-Chave: Redução de tempo e custos. Controlador Lógico Programável. IHC. *Retrofitting*. Automação.

ABSTRACT

Present work proposes to achieve the adaptability of the industry supply of printer paper machine Goss Urbanite. It is therefore necessary to develop of a logic control that can eliminate the need for external intervention, which are currently performed by the machine operator in question, in addition to commission and schedule, when necessary, some equipment that will be part of the system. The intention is to reduce the average time between machine failures due to paper breaks during printing. Thus, it is possible to reduce costs and time to perform the entire process. After the implementation and simulation of the project, was able to validate their expected response.

Keywords: Reduce of time and cost. Programmable Logic Controller. Retrofitting. Automation.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Quadro de relés atual	17
Figura 2: CLP – Controlador Lógico Programável.....	19
Figura 3: Conversor CA/CC regenerativo.....	21
Figura 4: Regiões de acionamento do motor de corrente contínua.	22
Figura 5: Bancada para transporte de peças.	23
Figura 6: Processo de interação humano-computador.....	26
Figura 7: Qualquer objeto possui uma interface que permite processos de interação.....	27
Figura 8: Impressora em funcionamento.....	31
Figura 9: Esquema de comunicação entre os equipamentos do sistema de controle do projeto de retrofitting.....	32
Figura 10: Fluxograma de funcionamento.....	39
Figura 11: Ilustração do ambiente de programação do ADP.....	41
Figura 12: Uma das telas de acionamento das entradas do CLP.....	42
Figura 13: Uma das telas para visualização do estado dos sensores existentes no processo.	42
Figura 14 :Tela de ajuste do temporizador.....	42
Figura 15: Tela para escolha do modo de operação	43
Figura 16: Solicitação de senha.....	43
Figura 17: Configuração Modbus para o TPW03.....	44
Figura 18: Passos para definição do endereço do CLP na rede.	45
Figura 19: Ilustração da porta RS485 do TPW03.....	45
Figura 20: Seleção do controlador utilizado.	46
Figura 21: Visualização dos campos de configuração da conexão.	47
Figura 22: Pinos da porta de comunicação do PWS6400.	48
Figura 23: Página 1 do esquema elétrico do colador	56
Figura 24: Página 2 do esquema elétrico do colador	57
Figura 25: Programa utilizado no CLP.	61
Figura 26: Tela de abertura.....	64

Figura 27: Tela principal	64
Figura 28: Tela 1 para acionar as entradas.....	65
Figura 29: Tela 2 para acionar as entradas.....	65
Figura 30: Tela 3 para acionar as entradas.....	65
Figura 31: Tela 1 para visualizar o estado dos sensores	66
Figura 32: Tela 2 para visualizar o estado dos sensores	66
Figura 33: Tela 3 para visualizar o estado dos sensores	66
Figura 34: Tela 4 para visualizar o estado dos sensores	67
Figura 35: Tela 5 para visualizar o estado dos sensores	67
Figura 36: Tela para ajuste do temporizador.....	68
Figura 37: Tela para escolha do modo de operação	68

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Saídas do CLP dedicado.....	355
Tabela 2: Parâmetros de configuração do conversor CA/CC regenerativo	50
Tabela 3: Funções das siglas do programa CLP.....	61
Tabela 4: Entradas do CLP dedicado	69

LISTA DE ACRÔNIMOS

Para conhecimento do leitor, segue abaixo, em ordem alfabética, a lista dos acrônimos (siglas) que são utilizadas no decorrer desse trabalho.

- AC – Corrente Alternada;
- CC – Corrente Contínua;
- CLP – Controlador Lógico Programável;
- GM – General Motors;
- IHC – Interface Humano Computador;
- ISO – *International Organization for Standardization* (Organização Internacional para Padronização);
- NEMA – *National Electrical Manufacturers Association* (Autoridade Nacional de Gestão Ambiental);
- ASCII – *American Standard Code for Information* (Código Padrão Americano para o Intercâmbio de Informação);
- RTU – *Remote Terminal Unit* (Unidade de Terminal Remota);
- CRC – Cyclic Redundancy Check (Checagem de Redundância Cíclica);
- LRC – Longitudinal Redundancy Check (Checagem de Redundância Longitudinal);.

SUMÁRIO

Capítulo 1	15
1 INTRODUÇÃO.....	15
1.1 OBJETIVO GERAL	16
1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	16
1.3 JUSTIFICATIVA	16
Capítulo 2	18
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	18
2.1 CONTROLE LÓGICO PROGRAMÁVEL (CLP)	18
2.1.1 HISTÓRICO.....	18
2.1.2 DEFINIÇÃO	19
2.1.3 ESTRUTURA BÁSICA.....	19
2.2 ACIONAMENTOS CC	20
2.2.1 CONVERSOR CA/CC REGENERATIVO DE QUATRO QUADRANTES	20
2.2.1.1 QUADRANTES DE OPERAÇÃO.....	21
2.3 SISTEMAS PNEUMÁTICOS	22
2.3.1 DEFINIÇÃO	22
2.3.2 CIRCUITOS PNEUMÁTICOS	22
2.3.3 SISTEMAS DE ATUAÇÃO PNEUMÁTICOS	23
2.4 MODBUS	24
2.4.1 COMUNICAÇÃO ENTRE OS DISPOSITIVOS MODBUS	24
2.4.2 MODO DE TRANSMISSÃO SERIAL PARA A REDE MODBUS	24
2.4.3 MENSAGEM DE QUADRO MODBUS	25
2.4.4 CHECAGEM DE ERRO MODBUS	25
2.5 IHC.....	26
2.5.1 INTERFACE x INTERAÇÃO	26
2.5.2 INTERFACE E PROJETO	27

2.6 RETROFITTING	28
2.6.1 DEFINIÇÃO	28
2.6.2 O PROJETO DE RETROFITTING	29
Capítulo 3	30
3 DESENVOLVIMENTO DO PROJETO	30
3.1 PROPOSTA DE RETROFITTING	30
3.1.1 ARQUITETURA DO SISTEMA PROPOSTO	32
3.2 O SISTEMA DE CONTROLE	33
3.2.1 MODELO DO CLP	33
3.2.2 TABELA DE ENTRADAS DO CLP DEDICADO	34
3.2.3 TABELA DE SAÍDAS DO CLP DEDICADO	34
3.2.4 DESCRITIVO DA LÓGICA DE FUNCIONAMENTO DO COLADOR	36
3.2.4.1 INTERTRAVAMENTOS PRINCIPAIS.....	37
3.2.4.2 FLUXOGRAMA DE FUNCIONAMENTO	37
3.3 INTERFACE HUMANO – COMPUTADOR (IHC)	40
3.3.1 MODELO DA IHC	40
3.3.2 CONSTRUÇÃO DAS TELAS DE SUPERVISÃO	41
3.3.3 DESCRITIVO DE FUNÇÕES.....	41
3.3.4 SEGURANÇA DO SISTEMA	43
3.4 COMUNICAÇÃO ENTRE O CLO DEDICADO E A IHC	44
3.4.1 PREPARAÇÃO DO CLP PARA COMUNICAÇÃO	44
3.4.1.1 PORTA DE COMUNICAÇÃO MODBUS DO CLP.....	45
3.4.2 PREPARAÇÃO DA IHC PARA COMUNICAÇÃO.....	46
3.4.2.1 PORTA DE COMUNICAÇÃO DA IHC	47
3.5 CONVERSOR	48
3.5.1 APLICAÇÃO DO CONVERSOR CA/CC REGENERATIVO AO PROJETO DE RETROFITTING	48
3.5.2 INTERAÇÃO DO CONVERSOR COM O FLUTUADOR	48
4 VALIDAÇÃO DO SISTEMA	50

4.1 PREPARAÇÃO PARA SIMULAÇÃO	50
4.2 RESULTADOS.....	51
4.3 LIMITAÇÕES E DIFICULDADES ENCONTRADAS	51
5 PERSPECTIVAS FUTURAS.....	53
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS	54
7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	55
ANEXO 1	56
APÊNDICE 1	58
APÊNDICE 2	64
APÊNDICE 3	69

Capítulo 1

1 INTRODUÇÃO

Um equipamento com tecnologia obsoleta pode ser atualizado tecnologicamente através da aplicação de modernas técnicas e dispositivos de automação. Essa técnica é conhecida como *retrofitting* (RIBEIRO et al, 2007).

Esse trabalho apresenta uma metodologia empregada no *retrofitting* da impressora industrial Goss Urbanite.

É de grande valia ressaltar que a técnica de *retrofitting* não se mostra vantajosa apenas por custar menos se comparado ao preço de um equipamento novo, mas modernizar uma máquina pode evitar muitos transtornos como montagem, desmontagem e transporte de peças e investimento de tempo e dinheiro em treinamento de funcionários responsáveis por operar a nova máquina.

Diante da rápida evolução da eletrônica das máquinas e dos equipamentos e sistemas, cada vez mais a automação se destaca no cenário atual, e é por isso que o *retrofitting* tem sido a solução utilizada por muitas empresas que desejam manter sua posição no mercado.

1.1 OBJETIVO GERAL

Fazer o projeto de *retrofitting* do sistema automático de alimentação de papel para a impressora industrial Goss Urbanite.

1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Estudar sobre acionamento e controle de motores;
- Identificar os sensores que fazem parte do sistema de monitoração da máquina;
- Entender sobre os elementos da máquina e a interação entre eles;
- Entender o funcionamento e comissionar o conversor CA/CC regenerativo utilizado;
- Desenvolver o programa de controle do processo;
- Conhecer o funcionamento do sistema pneumático da impressora;
- Conhecer e documentar projetos industriais;
- Simular o sincronismo do novo sistema.

1.3 JUSTIFICATIVA

A modernização tem se destacado tanto que a atualização tecnológica é fator determinante para classificar o desempenho e influência de uma indústria no mercado competitivo.

A proposta do projeto de *retrofitting* do sistema automático de alimentação de papel para uma impressora industrial decorre da detecção de um problema já existente que consiste na quebra do papel durante a operação de troca da bobina, ocasionando assim perda de tempo e aumento de gastos. A modernização desse sistema prevê, além de reduzir as perdas citadas acima, a substituição de um quadro de relés e do operador por um controlador lógico programável, em algumas etapas do processo, o que diminuirá as imprecisões que são próprias de processos manuais e de controle obsoleto. Além disso, o fato de os contatos mecânicos serem substituídos por contatos lógicos diminui o tempo de resposta do sistema, minimiza problemas com mau contato e

melhora o sincronismo do processo, reduzindo assim o índice de falhas durante a troca da bobina.

Na figura 1 é possível observar o quadro de relés que atualmente está sendo utilizado.



Figura 1 Quadro de relés atual

Capítulo 2

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Esse tópico tem como objetivo estabelecer uma linguagem comum com o leitor. Para isso, selecionou-se os assuntos de maior relevância no projeto para, baseado neles, fazer uma breve explanação técnica e contextualizar o projeto nesse cenário.

2.1 CONTROLE LÓGICO PROGRAMÁVEL (CLP)

2.1.1 HISTÓRICO

O desenvolvimento dos CLPs começou em 1968 em resposta a uma requisição da Divisão Hidráulica da General Motors (HENRIQUE e BRITTO, 2006). Antigamente, para alterar os sistemas de controle baseados em relés, eram necessários dias ou até semanas. Diante disso, a General Motors, sempre que precisava mudar um modelo de carro ou introduzir modificações em uma linha de montagem, perdia muito tempo. Com o intuito de reduzir o alto custo de instalação provenientes destas alterações, a especificação de controle da GM necessitava de um sistema de estado sólido, com a flexibilidade de um computador, mais que pudesse ser programado e mantido por engenheiros e técnicos na fábrica. Também era preciso que esse sistema de controle tivesse um bom desempenho no ambiente industrial, sendo assim ele deveria suportar o ar poluído, a vibração, o ruído elétrico e os extremos de umidade e temperatura (HENRIQUE e BRITTO, 2006).

Os primeiros CLPs foram instalados em 1969, fazendo sucesso quase imediato (BARROS, 2009). Os CLPs tinham como principal função substituir os relés, só que, além disso, eles trouxeram um ganho a mais, pois eram mais confiáveis que os sistemas de controle baseados em relés, isso devido à robustez de seus componentes de estado sólido quando comparados às peças móveis dos relés

eletromecânicos. Além disso, a possibilidade de serem reprogramados permitiu uma maior flexibilidade para trocar os esquemas de controle sem, muitas vezes, fazer alterações físicas no processo (HENRIQUE e BRITTO, 2006). A figura 2 é a ilustração de um CLP bem utilizado atualmente nas indústrias.



Figura 2: CLP – Controlador Lógico Programável

(Fonte: Manual WEG - Automação).

2.1.2 DEFINIÇÃO

Segundo a *National Electrical Manufacturers Association* - NEMA, o Controlador Lógico programável (CLP) é definido como aparelho eletrônico digital que utiliza uma memória programável para o armazenamento interno de instruções específicas, tais como lógica, seqüenciamento, temporização, contagem e aritmética, para controlar, através de módulos de entradas e saídas, vários tipos de máquinas e processos (HENRIQUE e BRITTO, 2006).

2.1.3 ESTRUTURA BÁSICA

A Estrutura básica de um controlador programável adveio do *hardware* básico de um computador. Pode-se dizer que o CLP é um computador dedicado a realização de tarefas específicas. Uma das grandes vantagens do CLP foi que a linguagem inicial de programação era baseada nos diagramas de contato (*ladder*) e símbolos elétricos usados normalmente pelos eletricitistas. Talvez tenha sido essa a

razão pela qual os CLPs foram tão bem aceitos pelas indústrias (HENRIQUE e BRITTO, 2006).

2.2 ACIONAMENTOS CC

As máquinas de corrente contínua (máquinas CC) têm características variáveis e são amplamente utilizadas em acionamentos de velocidade variável. As máquinas CC podem fornecer um torque elevado de partida e também é possível obter controle de velocidade em uma ampla faixa. As máquinas CC têm um papel significativo nos acionamentos indústrias modernos. Devido aos comutadores, as máquinas CC não são adequadas para aplicações de velocidade muito elevada e requerem mais manutenção que as máquinas CA. Com os recentes avanços na conversão de potência, técnicas de controle e microcomputadores, os acionamentos de máquinas CA estão se tornando competitivos em ritmo crescente, com os acionamentos de máquinas CC. Apesar de a tendência para o futuro ser de utilização dos acionamentos CA, os acionamentos CC atualmente são utilizados em muitas industriais. Ainda pode levar algumas décadas para que os acionamentos CC sejam completamente substituídos pelos CA (RASHID, 1999).

É nesse cenário que os conversores CA/CC têm fundamental importância nos acionamentos de máquinas CC. Eles fornecem uma tensão CC de saída variável a partir de uma tensão CA fixa. Devido à sua capacidade de fornecer uma tensão CC continuamente variável, eles fizeram uma revolução nos equipamentos de controle industriais modernos e acionamentos de velocidade variável (RASHID, 1999).

2.2.1 CONVERSOR CA/CC REGENERATIVO DE QUATRO QUADRANTES

São equipamentos robustos, de alta precisão e confiabilidade, destinados ao acionamento e controle de motores de corrente contínua. Todas as funções tais como disparo, regulação, proteções, sinalizações são controladas por um circuito lógico de alta performance. Isso garante grande flexibilidade e facilidade na adaptação às mais diversas aplicações nos mais variados segmentos industriais. São constituídos basicamente de um estágio de potência e um estágio de controle.

O estágio de potência é formado por duas pontes tiristorizadas, trifásicas, em configuração antiparalela, o que possibilita a este operar em quatro quadrantes, com frenagens regenerativas e reversões no sentido de rotação. No estágio de controle estão o microprocessador e demais circuitos com os algoritmos e interfaces para a regulação, disparo, proteção e sinalização (WEG AUTOMAÇÃO, Conversores CA/CC). A figura 3 ilustra um conversor CA/CC regenerativo que está disponível no mercado.



Figura 3: Conversor CA/CC regenerativo

(Fonte: Manual WEG - Conversores CA/CC).

2.2.1.1 QUADRANTES DE OPERAÇÃO

Quando se refere ao acionamento de motor de corrente contínua, pode-se definir, no plano torque vs velocidade, quatro regiões de operação .

No quadrante I tem-se torque e velocidade positivos, indicando que a máquina está operando como o motor girando em um dado sentido. Em termos de tração, pode-se dizer que se está operando em tração para frente.

No quadrante III, tanto o torque quanto a velocidade são negativos, caracterizando uma operação de aceleração em ré.

Já o quadrante II se caracteriza por um movimento em ré (velocidade negativa) e torque positivo, implicando, assim, em uma frenagem.

No quadrante IV, tem-se velocidade positiva e torque negativo, ou seja, frenagem. Tem se um movimento de avanço, mas com redução da velocidade (RASHID, 1999).

A figura 4 mostra as regiões de acionamento do motor de corrente contínua.

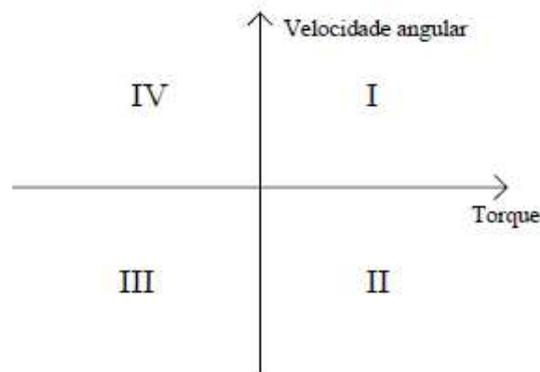


Figura 4:Regiões de acionamento do motor de corrente contínua.

2.3 SISTEMAS PNEUMÁTICOS

2.3.1 DEFINIÇÃO

Conforme estabelecido na ISO 5598 – Sistemas e Componentes Hidráulicos e Pneumáticos – Terminologia, a pneumática refere-se à ciência e tecnologia que trata do uso do ar ou gases neutros como meio de transmissão de potência (NEGRI, 2001).

2.3.2 CIRCUITOS PNEUMÁTICOS

Assim como os circuitos elétricos, o circuito pneumático também precisa de uma fonte de alimentação. Essa fonte é conhecida como fonte de ar comprimido e dela é requerida pressão constante e capacidade de fornecer a vazão consumida

pelos componentes do circuito. Esta fonte inclui a unidade de produção, distribuição e condicionamento de ar comprimido (NEGRI, 2001).

Os circuitos pneumáticos, que incluem válvulas e cilindros interligados através de tubulações, têm como objetivo a conversão, de forma controlada, da energia pneumática em energia mecânica de translação ou de rotação. O circuito pneumático é entendido como parte de um sistema pneumático o qual engloba também os sensores, controladores, circuitos elétricos e demais componentes que viabilizam a automação ou controle de um processo (NEGRI, 2001).

2.3.3 SISTEMAS DE ATUAÇÃO PNEUMÁTICOS

Focando em projeto de sistemas de automação e controle, pode-se dizer que um sistema de atuação pneumático corresponde ao conjunto de elementos capaz de receber uma informação proveniente de um circuito elétrico, hidráulico ou pneumático, de um programa de CLP ou até mesmo de um operador estabelecendo qual ação que deve ser executada (NEGRI, 2001).

A pneumática vem se estabelecendo nas indústrias principalmente pela segurança e rapidez com a qual realiza as tarefas, e ela ganha um destaque ainda maior quando se trata de servir como atuação mecânica em equipamentos com ciclos operacionais complexos (NEGRI, 2001).

A figura 5 é o exemplo de uma bancada para transporte de peças que utiliza um sistema pneumático para realização da tarefa.

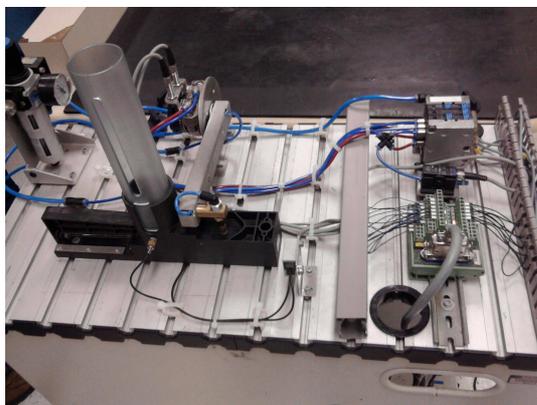


Figura 5 :Bancada para transporte de peças.

2.4 MODBUS

Desenvolvido pela Modicon em 1979, protocolo Modbus é uma estruturação de mensagem utilizada para comunicar dispositivos do tipo cliente-servidor (antigamente conhecida como “mestre-escravo”). Seguindo seu protocolo, muitas empresas utilizam esse padrão para produzirem seus protocolos de redes industriais. O protocolo Modbus disponibiliza um padrão de indústria através do método Modbus para trocar mensagens.

2.4.1 COMUNICAÇÃO ENTRE OS DISPOSITIVOS MODBUS

Os dispositivos Modbus comunicam utilizando a técnica cliente-servidor no qual permite que somente um dispositivo (o cliente) possa iniciar as transações (chamadas de *queries*),(Lima,2006). Os outros dispositivos (servidores) respondem de acordo com o pedido do cliente, ou de acordo com a tarefa em questão. Um dispositivo periférico servidor (válvula, drive de rede ou outro dispositivo de medição), processa a informação e envia o dado para o cliente.

2.4.2 MODO DE TRANSMISSÃO SERIAL PARA A REDE MODBUS

O modo de transmissão define o conteúdo de bit da mensagem a ser transmitida na rede e como a informação da mensagem será empacotada na mensagem e desempacotada,(Lima,2006).

O padrão Modbus emprega os dois modos de transmissão:

- *ASCII (American Standard Code for Information Interchange) Mode*; cada byte de caracter em uma mensagem é enviado dois caracteres sem geração de erros.

- RTU (*Remote Terminal Unit*) Mode; cada mensagem de 8 bits contém dois caracteres hexadecimais de 4 bits.

2.4.3 MENSAGEM DE QUADRO MODBUS

Um quadro de mensagens foi criado pelo protocolo para sinalizar quando uma mensagem esta sendo iniciada ou finalizada, permitindo, assim, o dispositivo receptor determine quem esta endereçando e qual mensagem esta sendo enviada..

Uma mensagem Modbus é colocada no quadro e transmitida para o dispositivo. Cada palavra desta mensagem (incluindo o *frame*) está sendo colocada em um dado de quadro que adiciona um *start* bit, *stop* bit e bit de,(Lima,2006).

2.4.4 CHECAGEM DE ERRO MODBUS

A rede Modbus emprega dois métodos de erro:

1. Checagem de paridade do caracter do frame (par, impar, ou sem paridade); o número de bits 1 do dado de cara caractere será contado. Cada caractere no modo RTU contem 8 bits. O bit de paridade será setado para 1 ou 0, revelando assim se o dado chegou sem nenhum erro.
2. Checagem de quadro na mensagem de quadro (CRC, Cyclic Redundancy Check, no modo RTU ou LRC, Longitudinal Redundancy Check, no modo ASCII); o modo CRC possui 16 bits de checagem de erro e o RTU possui 2 caracteres para a checagem de erro (Lima,2006).

2.5 IHC

Nas últimas décadas, a Interface Humano-Computador (IHC) tem ganhado cada vez mais importância devido à sua facilidade proporcionada. É através dela que o usuário tem a interação com a máquina, muitas vezes em âmbito industrial conectada a um CLP, aonde, uma linguagem de baixo nível é transformada em comandos de acionamentos de equipamentos ou análise de dados.

O IHC também pode ser traduzido com interação humano computador, que no inglês é encontrado sob a sigla *HCI – Human Computer Interface*. Essa diferenciação de termos, embora muito similares, gerou algumas barreiras no âmbito científico pela sua denominação que será explicado no próximo item.

2.5.1 INTERFACE x INTERAÇÃO

Em determinado momento da história chegou-se a uma conclusão que o conceito de Interação é um termo mais amplo que absorve o conceito de Interface (RABELO, 2011). Conforme pode ser observado na figura 6.

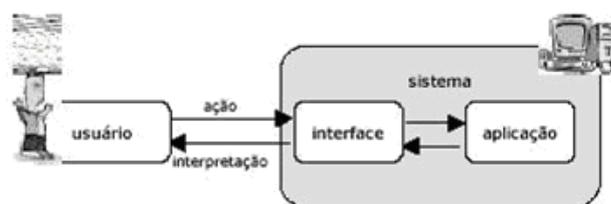


Figura 6: Processo de interação humano-computador.

Fonte: (LIMA, 2006)

A interface é responsável por promover estímulos na interação para que o usuário possa obter respostas a suas ações. Tendo a função de ser a entrada de dados e como ser a resposta dos mesmos. Interação é, portanto, a troca que ocorre entre usuários e equipamentos, a exemplo dos sistemas computacionais. A figura 7 pode exemplificar mais facilmente essa diferenciação.



Figura 7:Qualquer objeto possui uma interface que permite processos de interação

Fonte:(REBELO)

2.5.2 INTERFACE E PROJETO

O projeto de interação é a geração de soluções para implementar o uso prático de algo que permita um diálogo, seja um sistema ou equipamento(LIMA,2006).A interface, um dos elementos responsáveis pelo processo de interação, pode ser dividida em dois aspectos de comunicação:

- Interface física (ou de *hardware*) – meio de contato predominantemente físico empregando materiais como cabos, fios, placas, mouses, teclado.
- Interface lógica (ou de *software*) – meio de contato predominantemente cognitivo que faz uso de aspectos léxicos (funcionais), sintáticos (estruturais) e semânticos (conteúdo). Exemplos de comunicação entre máquina e máquina, *software* e *software*, homem e máquina.

São numerosos os dispositivos que dependem da junção de uma interface física pela qual o usuário alcança elementos gráficos de um sistema ou aplicativo. Estes elementos gráficos determinam a interface gráfica.

O que é importante entender a respeito da combinação de interfaces é a relação entre ambos os elementos gráficos e físicos que precisa ser efetiva, clara e consistente para que, por meio dos dispositivos ou interfaces físicas, a interface gráfica reaja de acordo com as expectativas do usuários. Em resumo, qualquer coisa que seja projetada precisa considerar os seguintes aspectos:

- atender o tipo de atividade esperada pelo usuário;

- estudar a interface mais apropriada para entrada e saída de dados; e
- oferecer funcionalidades complementares como forma de flexibilizar o processo de interação.

Os elementos de interface mais comuns e conhecidos que permitem a interação em sistemas computacionais são menus, comandos, formulários, ícones, botões e combinações de dispositivos físicos.

2.6 RETROFITTING

2.6.1 DEFINIÇÃO

Pode-se entender *Retrofitting* como uma técnica que tem por objetivo modernizar equipamentos industriais obsoletos, a fim de aumentar sua vida útil, através da incorporação de melhorias tecnológicas. Entretanto, a fim de evitar transtornos posteriores, a inserção dessa técnica deve ser feita analisando parâmetros funcionais específicos, tais como modelo de controle do equipamento e impactos no processo produtivo (RIBEIRO et al, 2007).

Basicamente, no *retrofitting*, é realizada a atualização das partes, como a adaptação do equipamento à nova tecnologia de controle e acionamento de seus dispositivos, tornando-os mais confiáveis. No *retrofitting* pode-se também executar a restauração de máquinas, ou parte destas, que operam em ambientes agressivos. Como resultado, tem-se a recuperação das condições originais da máquina que foram alteradas pelo ambiente e tempo. Como vantagens do *retrofitting*, temos: aumento da produtividade, redução dos períodos de inatividade, redução de riscos operacionais, disponibilização de recursos de programação mais simples, garantia de acessibilidade a peças de reposição de forma rápida e por um longo período e possibilidade de integração em rede de comunicação com o restante da planta industrial ou com sistemas de gerenciamento (RIBEIRO et al, 2007).

2.6.2 O PROJETO DE RETROFITTING

O *retrofitting* de máquinas, também conhecido como reforma ou modernização, é muitas vezes a solução para empresas que desejam dar uma sobrevida para máquinas antigas e obsoletas, mantendo suas características periféricas, com perfeito estado de conservação mecânica (RIBEIRO et al, 2007).

É perceptível a necessidade que as indústrias têm de se reciclar e/ou modernizar para se manterem competitivas no mercado. O *retrofitting* é uma técnica que está sendo muito utilizada, pois, muitas vezes, essa é a solução para empresas que desejam dar uma sobrevida para máquinas antigas e obsoletas, mantendo suas características periféricas, com perfeito estado de conservação mecânica (RIBEIRO et al, 2007). Através do *retrofitting* é possível modernizar máquinas e equipamentos com custos inferiores em relação à aquisição de máquinas novas. Além disso, as máquinas mais antigas podem não ter tanta tecnologia agregada como as mais novas, no entanto elas são máquinas mais robustas e de melhor qualidade mecânica. É importante ressaltar também que os transtornos causados pela substituição de uma máquina de grande porte em uma indústria pode não compensar, sendo assim, esse é um dos cenários em que o *retrofitting* aparece como uma excelente alternativa para resolução do problema. O *retrofitting* busca ainda a redução de tempo e custos, além de, em muitos casos, melhorar a qualidade do produto final ou do processo.

A proposta de *retrofitting* do sistema automático de alimentação de papel para a impressora industrial Goss Urbanite decorre da detecção de um problema já existente que consiste na quebra do papel durante a operação de troca da bobina, ocasionando assim perda de tempo e aumento de gastos. A modernização desse sistema prevê, além de reduzir as perdas citadas acima, diminuir a intervenção do operador no processo de troca da bobina de papel, o que diminuirá as imprecisões que são próprias de processos manuais.

Capítulo 3

3 DESENVOLVIMENTO DO PROJETO

O sistema automático de alimentação de papel também é conhecido como colador, portanto, visando otimizar a leitura e facilitar o entendimento, os dois nomes foram utilizados durante a preparação deste documento.

3.1 PROPOSTA DE RETROFITTING

Por ser uma máquina antiga, apesar de ter uma construção mecânica resistente, o sistema de controle do colador estava obsoleto. Diante disso, a partir de estudos de viabilidade (na qual só foi possível obter acesso ao resultado final), foi feito um projeto de *retrofitting* para o colador da máquina de impressão industrial.

O ponto de partida para modernizar a máquina foi acrescentar um CLP dedicado apenas ao colador, sendo que este se comunica constantemente com o CLP central já existente. Com essa modificação foi possível, entre outras coisas, substituir um quadro de relés, e dessa forma tornar o processo mais confiável e seguro, já que, agora, a maioria dos contatos é virtual. Mais um ganho para o processo é o aumento da flexibilidade. Agora, para alterar, por exemplo, o controle do sistema basta modificar a lógica de programação do controlador sem a necessidade de qualquer alteração mecânica, o que não era possível com o quadro de relés.

Na figura 1 pode ser visto o quadro de relés citado a cima.

Outro benefício da inserção do CLP dedicado está relacionado com o sincronismo do processo. O principal problema no momento da troca da bobina de papel vazia pela bobina cheia era a quebra do papel por falta de sincronismo no sistema. O tempo entre a emissão do sinal dos sensores e botões, processamento da informação e acionamento dos atuadores nem sempre era o adequado para garantir a colagem correta. Com a troca dos contatos mecânicos por contatos

virtuais foi possível diminuir o tempo de resposta do sistema e a existência de um controlador dedicado somente ao colador minimiza a necessidade de intervenções dos operadores, e, dessa forma, as imprecisões próprias de processos manuais são menores. Na figura 8 é possível observar um exemplo da impressora em funcionamento.



Figura 8: Impressora em funcionamento

Para controlar o motor responsável por manter a bobina de papel girando na mesma velocidade do restante da máquina é utilizado um conversor CA/CC regenerativo. Todo o sistema de movimentação da impressora é realizado por um motor principal, no entanto, como o peso da bobina varia durante a impressão (devido o consumo de papel), é gerada uma defasagem de velocidade entre essa bobina e os outros equipamentos. Diante disso, o conversor é utilizado para evitar danos materiais e perdas de tempo e na qualidade da impressão.

O problema estava no fato de que o conversor sendo utilizado era importado e de tecnologia ultrapassada (*Regenerative Drive Model KBRG-225D*) e qualquer tipo de manutenção ou troca de peças se tornava muito custosa e demorada. Como solução, o projeto propôs, após realizar estudos de viabilidade e compatibilidade, a substituição deste conversor por um similar, nacional e que utiliza tecnologia digital, o conversor CA/CC da WEG série CTW-04.

Outra melhoria sugerida foi a inclusão de uma interface humano-computador (IHC), além do painel de controle já existente, para que o operador possa monitorar e intervir no processo quando necessário.

3.1.1 ARQUITETURA DO SISTEMA PROPOSTO

Para realizar o *retrofitting* do colador da impressora industrial foi definida, como já visto anteriormente, uma arquitetura de funcionamento para o sistema.

Toda lógica parte de um CLP dedicado ao colador que tem por função controlar todo o processo de colagem, recebendo o sinal dos sensores e/ou botões e acionando as saídas pertinentes.

Este CLP dedicado está, por sua vez, se comunicando com um CLP central que é o responsável pelo funcionamento adequado de todo o processo de impressão.

Existe também a comunicação do CLP dedicado com o painel de controle e a IHC, e é através destes que o operador consegue supervisionar o sistema.

As informações dedicadas ao conversor CA/CC também são enviadas pelo CLP dedicado que foi acrescentado ao processo de colagem.

A figura 9 é uma representação visual de como é a comunicação entre os equipamentos que fazem parte do sistema de colagem.

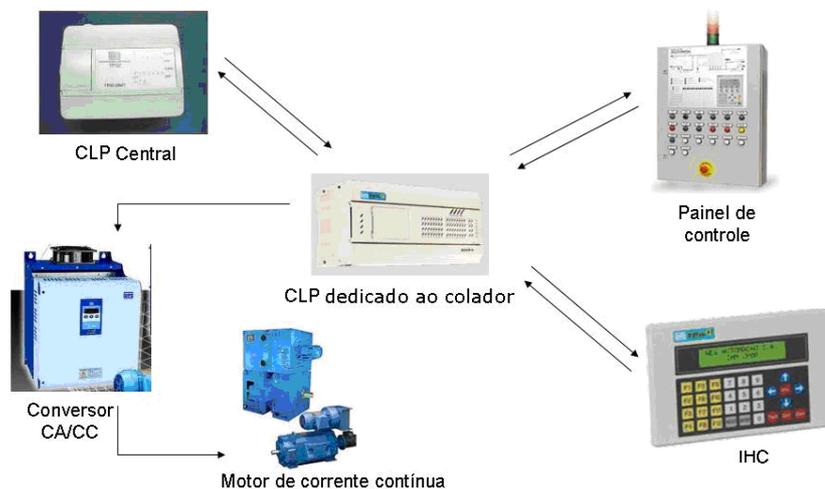


Figura 9:Esquema de comunicação entre os equipamentos do sistema de controle do projeto de retrofitting

(Fonte: Manual WEG).

3.2 O SISTEMA DE CONTROLE

Como informado anteriormente, o CLP dedicado é o responsável por controlar todo o processo de colagem. Toda programação foi baseada no esquema elétrico da máquina e nas informações passadas pelos operadores. Os contatos lógicos adicionados ao programa estão relacionados com a utilização da IHM.

No Anexo1 e Apêndice 2 encontram-se o esquema elétrico e o programa feito para o CLP, respectivamente.

O programa utilizado para construção da lógica de controle do CLP foi o TPW3-PCLINK versão V1.43 Beta.

A programação não contempla o controle do circuito de tempo existente, visto que, segundo informações adquiridas junto aos operadores da máquina, esse sistema está desativado. Diante disso, os ajustes de tempo só poderão ser realizados quando todas as modificações forem implementadas no colador e com o equipamento em funcionamento.

As entradas do sistema poderão ser acionadas pelo painel de controle, como era feito anteriormente, e também pela IHC, porém não de forma simultânea, sendo então o operador encarregado de habilitar o sistema desejado.

3.2.1 MODELO DO CLP

Para fazer o controle do colador são necessárias 46 entradas digitais e 28 saídas digitais.

Após o levantamento das características requeridas do CLP, foi escolhido o TPW-03 WEG.

Abaixo estão listadas algumas das características, segundo o manual WEG do controlador TPW03, deste CLP.

- Configuração máxima de 220 E/S digitais e 22 E/S analógicas
- Monitoração on-line das variáveis e da lógica do programa
- *Download* do programa com o CLP em modo RUN (*Download* a quente)

- Simulador das lógicas e funções do programa
- Monitoração de variáveis do programa através de gráficos
- Linguagem de programação em *Ladder* ou lista de instruções.
- Modbus (mestre e escravo) incorporado RS232 e RS485

A unidade básica que melhor atende aos requisitos do projeto é a TPW-03 60HR-A e as unidades de expansão digitais necessárias são TPW-03 / 16 EXD e TPW-03 / 16 EYR.

3.2.2 TABELA DE ENTRADAS DO CLP DEDICADO

Os nomes dos sensores referenciados nos textos, tabelas e figuras que se seguem, por gestão estratégica do projeto e para manter uma coerência entre todos os documentos apresentados, estão escritos no idioma inglês.

A tabela 4 (encontrada no apêndice 4) foi uma das bases utilizadas para criação do programa do CLP. Nela é possível identificar qual o tipo da entrada e sua função no processo. Para criação dessa tabela, o manual do colador (Modelo FP: 4540 da Jardis Industries, INC) foi utilizado como base.

3.2.3 TABELA DE SAÍDAS DO CLP DEDICADO

A tabela 1 foi uma das bases utilizadas para criação do programa do CLP. Nela é possível identificar qual o tipo da saída e sua função no processo. Para criação dessa tabela, o manual do colador (Modelo FP: 4540 da Jardis Industries, INC) foi utilizado como base.

Tabela 1:Saídas do CLP dedicado

Saídas do colador

Saída	Tipo	O que faz
V1	Válvula Solenóide	Alterna pressão dos freios
V2	Válvula Solenóide	Barra de ar
V3	Válvula Solenóide	Eleva a entrada da correia
V4	Válvula Solenóide	Alterna pressão do flutuador
V5	Válvula Solenóide	Tensão das correias
V6	Válvula Solenóide	Alterna pressão da saída da correia
V7A	Válvula Solenóide	Engata embreagem
V7B	Válvula Solenóide	Desengata embreagem
V8A	Válvula Solenóide	Eleva a saída da correia
V8B	Válvula Solenóide	Desce a saída da correia
V9A	Válvula Solenóide	Freios
V9B	Válvula Solenóide	Freios
V10	Válvula Solenóide	Alterna pressão de entrada da correia
OP	Contator	Aciona motor margem OP
GR	Contator	Aciona motor margem GR
DN	Contator	Aciona motor do conjunto faca escova (Desce)
UP	Contator	Aciona motor do conjunto faca escova (Sobe)
FD	Contator	Aciona motor da corrente (Para frente)
RV	Contator	Aciona motor da corrente (Para traz)
BF	Contator	Aciona bobina da escova
KF	Contator	Aciona bobina da faca
Lâmpada <i>Clunch ON</i>	Lâmpada	Indica engrenagem engatada
Lâmpada <i>Sidelay ON</i>	Lâmpada	Indica o acionamento do motor de ajuste da margem
Lâmpada Automático ON	Lâmpada	Indica que a máquina esta em automático
Lâmpada <i>Paste Ready</i>	Lâmpada	Indica detecção da faixa preta
DA	Relé	Driver em automático
DF	Relé	Enrola bobina
DR	Relé	Desenrola bobina

3.2.4 DESCRITIVO DA LÓGICA DE FUNCIONAMENTO DO COLADOR

A posição inicial do colador é a corrente de movimentação na posição de carregamento e o conjunto faca/escova na posição superior. É nessa etapa que o operador da máquina é responsável por carregar o equipamento com a nova bobina de papel e apertar o botão Iniciar, e, estando o botão Reverso/Avanço na posição de avanço, a bobina vai até a posição de operação. Nessa etapa, caso o botão Modo esteja acionado (indicando que a colagem será realizada de forma automática), a lâmpada Automático deverá acender para indicar o modo de operação.

Após o acionamento do sensor Pré-colagem ou do botão Pré-colagem a corrente de movimentação se desloca para frente e leva a bobina até a posição de colagem.

Toda movimentação da bobina é auxiliada pelo acionamento dos roletes (sensores mecânicos), sendo estes: PS1, PS2, PS3, PS4. São eles que garantem que a bobina se encontra na posição adequada. Os sensores PS5 e PS6 são responsáveis pela movimentação do conjunto faca/escova e elevação da entrada da correia respectivamente.

Quando o rolete PS5 é acionado, o conjunto faca/escova desce até que o sensor Detector de Rolo emita um sinal indicando que o conjunto deve parar. Logo após, o rolete PS6 faz subir a entrada da correia até a bobina.

Com o acionamento do sensor Iniciar Colagem ou botão Iniciar Colagem a colagem é habilitada, porém ela só será realizada após o sinal do sensor *Black Mark Detector* que detecta a marca preta. Essa marca preta está ligada a parte de preparação inicial da bobina. Nela é colado um adesivo responsável por fixar o papel da bobina velha ao rolo novo e, ao lado desse adesivo, é posta uma fita preta para que o controlador saiba, com o auxílio de sensores, o momento correto de efetuar a colagem de forma sincronizada.

Estando a colagem habilitada e depois de ser emitido o sinal do sensor que detecta a marca preta, a escova é acionada. Isso leva ao acionamento do rolete *Brush Fire* (sensor que tem por função detectar o acionamento da escova). Em

seguida, com um novo sinal do sensor *Black Mark Detector*, a faca é ativada. Ao final desse processo a colagem já foi realizada, logo o conjunto faca/escova retorna para posição inicial, a entrada da correia desce e a corrente que movimenta a bobina vai até a posição de carregamento novamente.

Todo ajuste automático de tensão do papel é realizado a partir de um flutuador. O princípio de funcionamento desse equipamento será explicado no tópico referente ao conversor. No entanto, quando o botão Manual/Automático estiver em manual, o controle de tensão do papel pode ser ajustado a partir do botão Enrola/Desenrola Bobina.

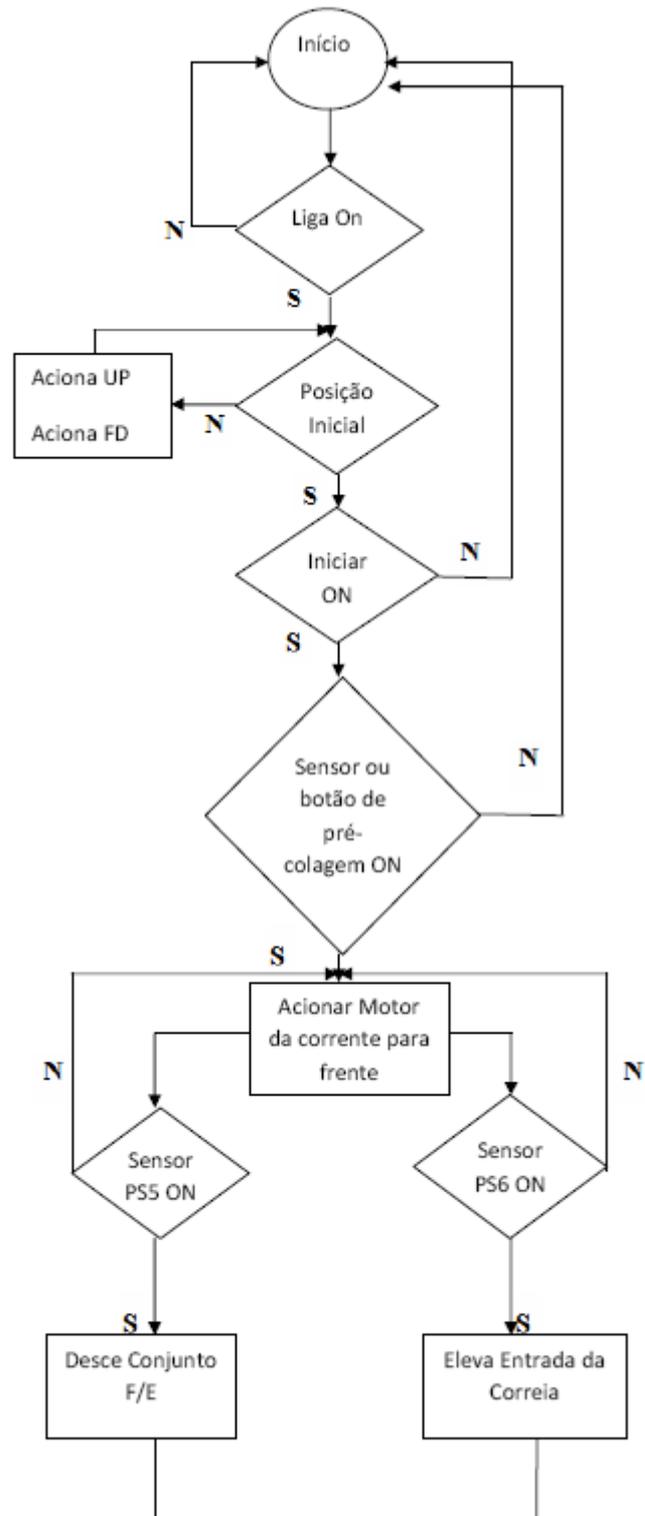
Esse descritivo foi baseado no manual do colador (Modelo FP: 4540 da Jardis Industries, INC) e nas informações adquiridas junto aos operadores da máquina.

3.2.4.1 INTERTRAVAMENTOS PRINCIPAIS

- A corrente que movimenta as bobinas não vai para frente se os sensores *Oversize Roll Limit* (indica que a bobina que está saindo do colador está muito grande) e *High Floating Roller Limit* (indica que o flutuador está no limite superior) estiverem acionados.
- A corrente que movimenta as bobinas não vai para trás se estiver na posição de carregamento, a menos que o botão *Reset* seja acionado junto com o botão Iniciar.
- A embreagem só engata ou desengata se a máquina estiver parada.

3.2.4.2 FLUXOGRAMA DE FUNCIONAMENTO

O fluxograma abaixo (figura 10) explica de forma geral o funcionamento do sistema de colagem da impressora industrial. Ele não contempla todas as entradas e saídas do processo, sendo por tanto, apenas, um instrumento utilizado para facilitar o entendimento relacionado à seqüência geral de atuação dos equipamentos.



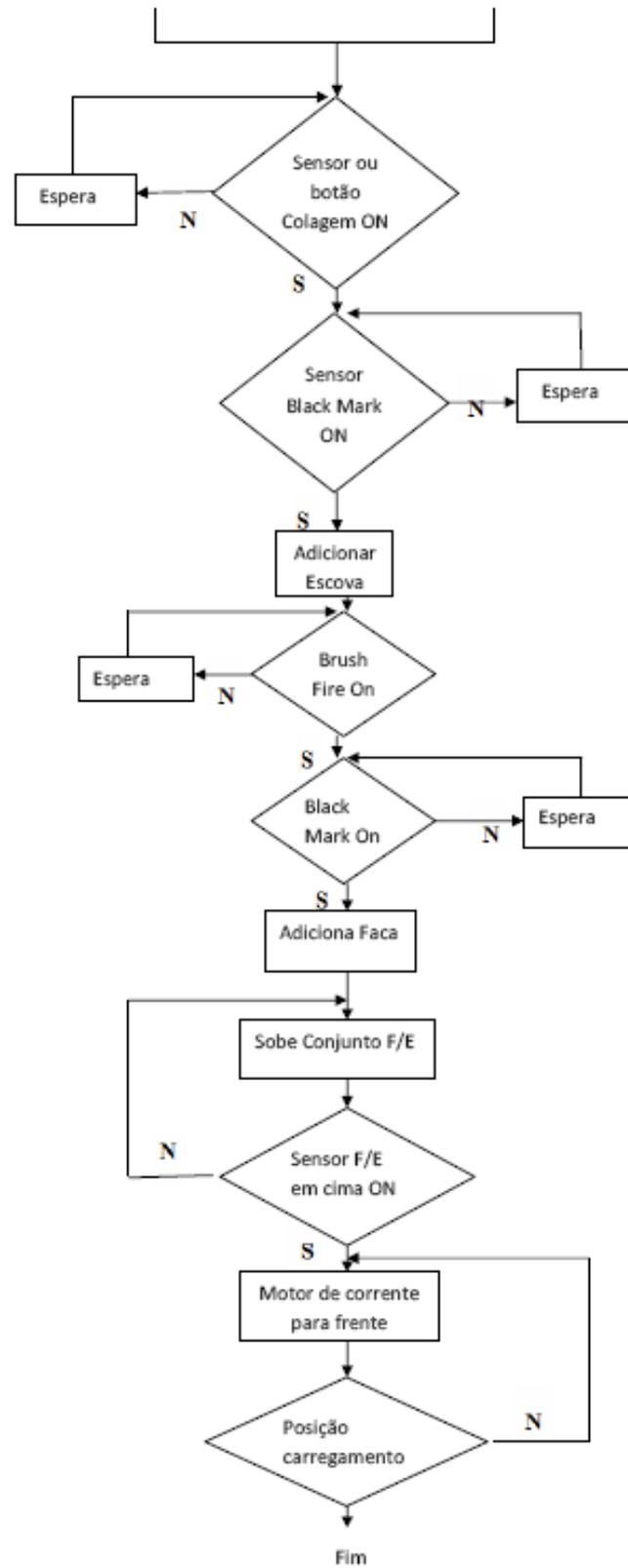


Figura 10: Fluxograma de funcionamento

3.3 INTERFACE HUMANO – COMPUTADOR (IHC)

A IHC foi incorporada ao projeto de *retrofitting* com o intuito de facilitar o controle do processo, de forma que o operador possa supervisionar todo sistema em tempo real. No Apêndice 2 encontram-se as figuras referentes as telas da IHC.

3.3.1 MODELO DA IHC

Por questões de compatibilidade e melhor comunicação com o CLP, a IHC modelo PWS 6400F-S foi a utilizada no projeto.

Segue abaixo suas algumas de suas características, segundo o manual WEG da IHC PWS6400.

- *Display*: LCD 3,3" / 240x240 Monocromático
- STN / 16 tons de cinza
- Portas de Comunicação: COM1 (RS232/RS422/RS485)
- Alimentação: 24 Vdc \pm 15%
- *Touch Screen* / Vida útil acima de 1 milhão de toques
- Dimensões Externas (mm): A96,00 x L96,000 x P40,6
- Peso: 0,21 Kg
- *Software* Editor: ADP 6.3.1
- Tela Alarme: Sim

3.3.2 CONSTRUÇÃO DAS TELAS DE SUPERVISÃO

O programa utilizado para programar a IHC foi o ADP versão 6.3.1. A figura 11 é uma ilustração do ambiente de programação do ADP.

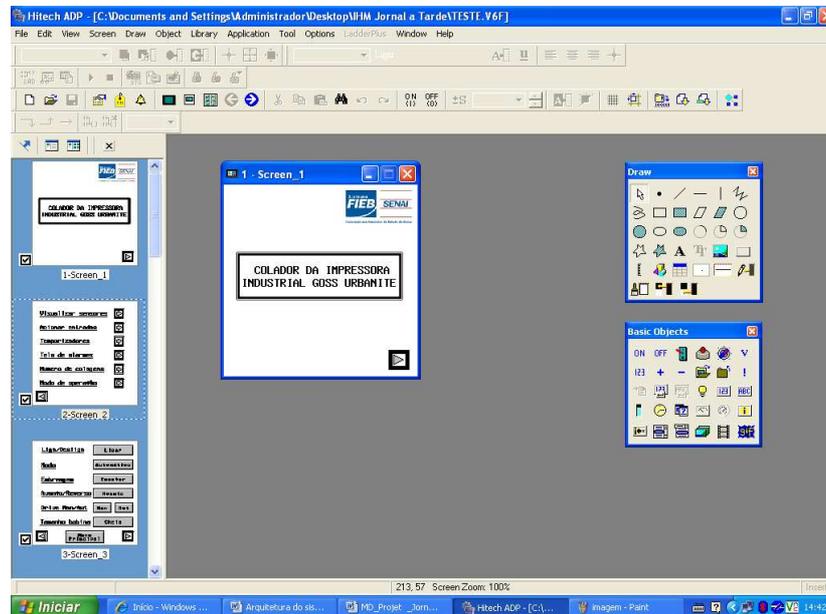


Figura 11: Ilustração do ambiente de programação do ADP.

3.3.3 DESCRITIVO DE FUNÇÕES

Através da IHC é possível visualizar o estado dos sensores, acionar as entradas, escolher o modo de operação e ajustar o temporizador para acionamento da faca do conjunto F/E.

As figuras 12,13,14 e 15 são exemplos de telas de supervisão.

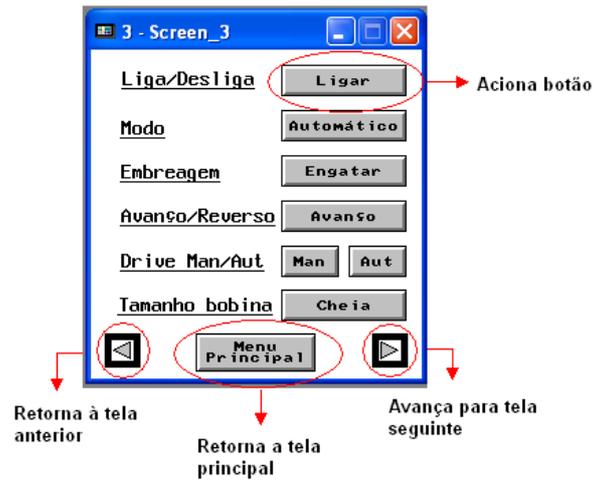


Figura 12: ilustra uma das telas de acionamento das entradas do CLP.

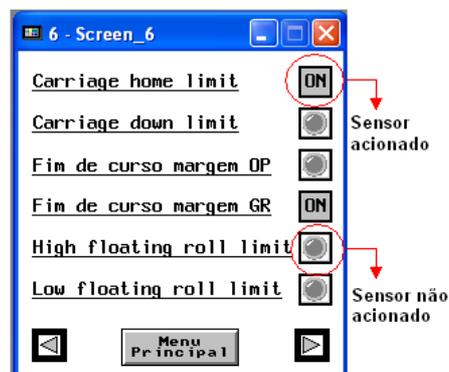


Figura 13: ilustra uma das telas para visualização do estado dos sensores existentes no processo.

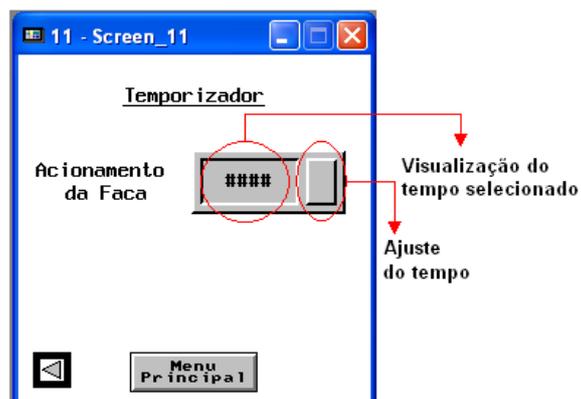


Figura 14 :ilustra a tela de ajuste do temporizador.

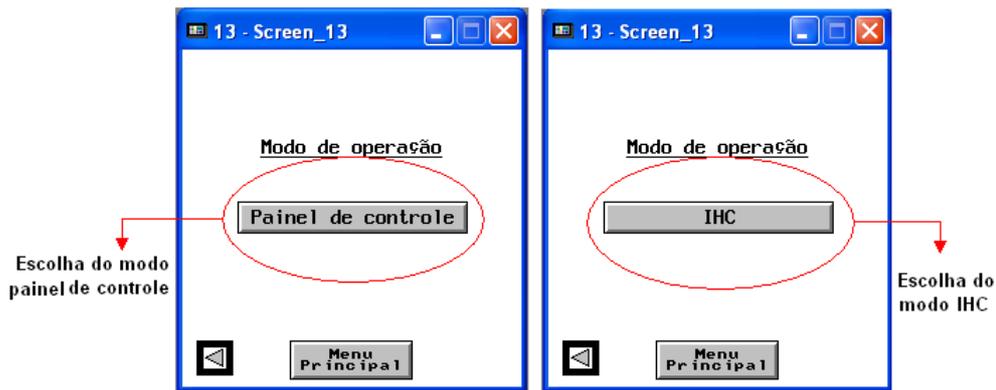


Figura 15: ilustra a tela para escolha do modo de operação

3.3.4 SEGURANÇA DO SISTEMA

Para evitar que pessoas não autorizadas tenham acesso a operações restritas do processo, a IHC foi programada para que apenas pessoas que possuam a senha possam navegar nas telas de supervisão.

A figura 16 é a imagem do simulador do programa solicitando a senha de acesso.

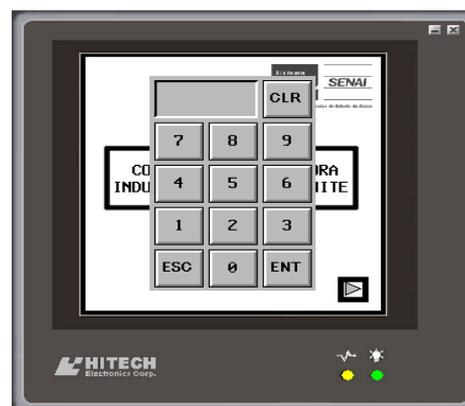


Figura 16: Solicitação de senha

3.4 COMUNICAÇÃO ENTRE O CLO DEDICADO E A IHC

A comunicação entre o CLP dedicado ao controle do colador e a IHC é em Modbus.

3.4.1 PREPARAÇÃO DO CLP PARA COMUNICAÇÃO

Para que o CLP se comunicasse em rede Modbus foi necessário configurá-lo previamente. Para isso moveu-se, através da lógica de programação, o valor 137 para D8120, o que significa que a porta RS485 do TPW03 ficou com as seguintes configurações Modbus: 8 *bits*, Sem Paridade, 2 *stop bits* e *baud rate* 19200 (Manual do Micro Controlador Lógico Programável; Série: TPW-03).

A figura 17 ilustra a linha de programação necessária para configurar o TPW03.

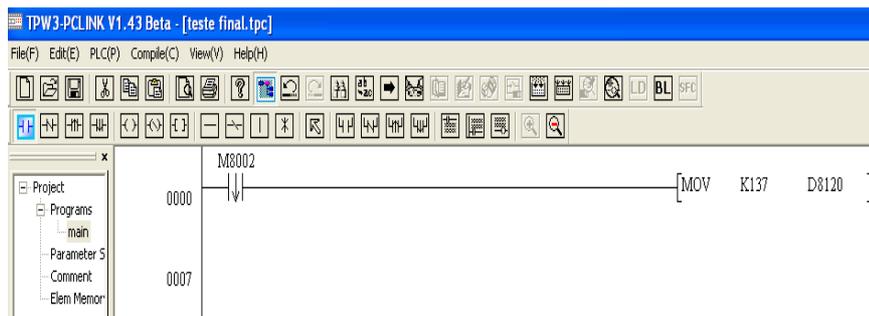


Figura 17: Configuração Modbus para o TPW03

Após estabelecida a comunicação do TPW03 com o Computador, ainda foi necessário informar o endereço MODBUS do CLP. Isso pôde ser feito através dos seguintes passos: Menu - PLC - ID Set. A figura 18 indica os passos para definição do endereço do CLP na rede.

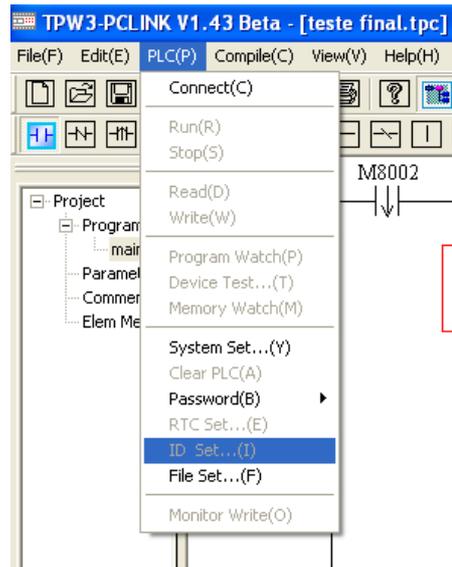


Figura 18:Passos para definição do endereço do CLP na rede.

3.4.1.1 PORTA DE COMUNICAÇÃO MODBUS DO CLP

A porta RS485 do TPW03 foi configurada para comunicação Modbus. A figura 19 ilustra o conector da porta RS485 do TPW03.

Visão frontal do conector da porta RS-485



Figura 19: Ilustração da porta RS485 do TPW03

Fonte:Manual do Micro Controlador Lógico Programável; Série: TPW-03.

3.4.2 PREPARAÇÃO DA IHC PARA COMUNICAÇÃO

Para que existisse comunicação em rede Modbus entre os equipamentos, o primeiro passo foi, na programação da IHC, informar qual o modelo do controlador utilizado. A figura 20 orienta onde selecionar este modelo.

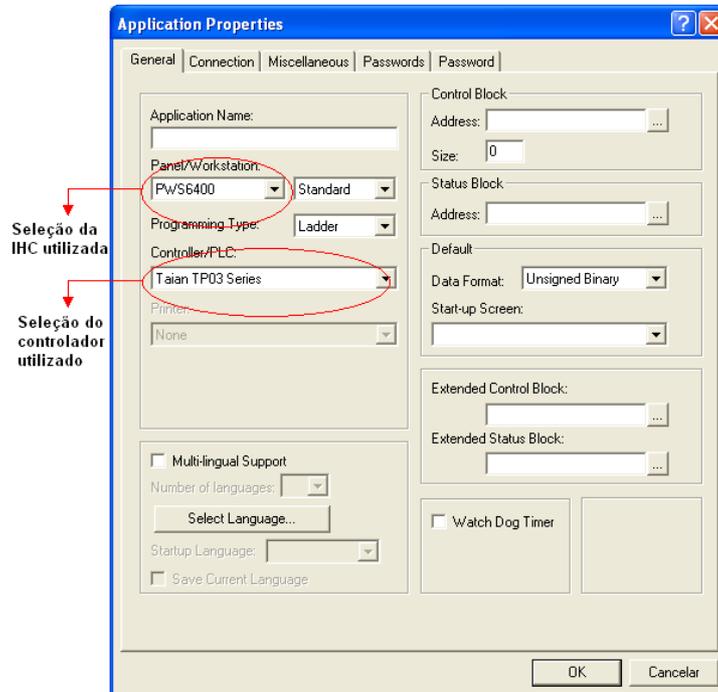


Figura 20: Seleção do controlador utilizado.

O passo seguinte foi configurar os parâmetros de conexão compatíveis com os informados ao TPW03, tais como: 8 *bits*, Sem Paridade, 2 *stop bits* e *baud rate* 19200. A figura 21 auxilia na visualização dos campos que foram ajustados.

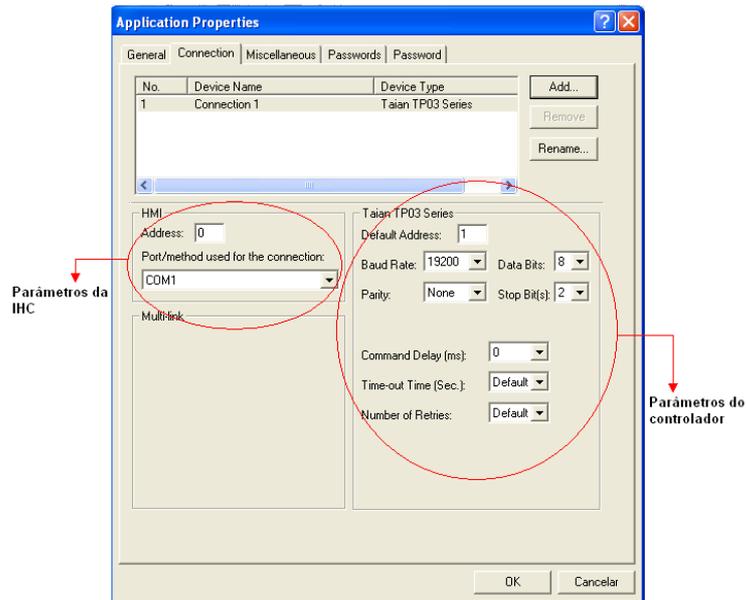


Figura 21: Visualização dos campos de configuração da conexão.

Com todas as configurações realizadas, bastou conectar o PWS6400 com TPW03 para visualizar a comunicação entre os equipamentos.

3.4.2.1 PORTA DE COMUNICAÇÃO DA IHC

Na IHC PWS6400 só existe uma porta de comunicação que é configurada de acordo com a utilização dos seus pinos. Como, para o projeto de *retrofitting*, a comunicação é Modbus via porta RS485, o cabo confeccionado utilizou os pinos 1, 5 e 6 para transferência de dados. A figura 22 adquirida do guia de instalação PWS6400 informa quais são os pinos existentes e suas funções.

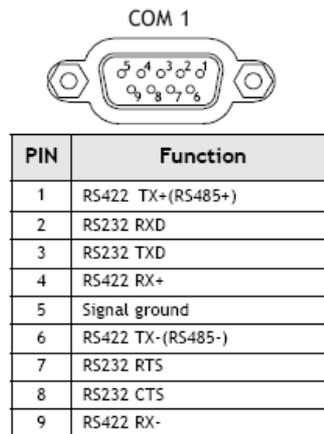


Figura 22: Pinos da porta de comunicação do PWS6400.
(guia de instalação PWS6400)

3.5 CONVERTOR

3.5.1 APLICAÇÃO DO CONVERTOR CA/CC REGENERATIVO AO PROJETO DE RETROFITTING

É fundamental garantir o sincronismo entre a velocidade de giro da bobina de papel e a velocidade do conjunto de equipamentos pertencentes ao sistema de impressão, pois é a partir desse sincronismo que se garante que a tensão aplicada ao papel está nos limites adequados.

O conversor CA/CC regenerativo é o equipamento responsável por manter a bobina girando em uma velocidade compatível ao restante da máquina. Isso reduz as paradas de produção ocasionadas pela quebra do papel, que por sua vez, é causada por elevada força de tração ou por folga durante o desenrolar da bobina.

3.5.2 INTERAÇÃO DO CONVERTOR COM O FLUTUADOR

O flutuador é o equipamento que está disposto de forma estratégica para informar ao conversor, que foi configurado para ter o potenciômetro como referencia de velocidade, se é necessário acelerar ou frear o motor que transmite movimento a bobina. Esse flutuador é sustentado pelo papel que está alimentando o sistema de impressão. Quando a velocidade da bobina está maior que o desejado, é gerada

uma folga durante o desenrolar da bobina, isso faz com que o flutuador desça e movimentando o potenciômetro ao qual ele está ligado. Caso a velocidade da bobina seja menor que o desejado, o papel é tensionado e o flutuador sobe movimentando o potenciômetro, porém no sentido contrário a situação anterior.

De forma geral, o sistema de alimentação da impressora é formado pelos seguintes estágios:

- 1- A máquina é carregada com a bobina de papel
- 2- O motor faz girar a bobina
- 3- O flutuador movimenta o potenciômetro de acordo com a tensão a qual o papel está submetido
- 4- O sinal proveniente do potenciômetro é transferido para o conversor CA/CC regenerativo
- 5- O conversor altera a velocidade do motor.

3.5.3 MODELO DE CONVERSOR CA/CC REGENERATIVO

Após analisar as características e compatibilidade com as necessidades do projeto, o conversor CA/CC da WEG modelo CTWA4 0010 T 22 PES foi utilizado.

Abaixo estão listadas algumas especificações deste conversor, segundo o manual WEG do conversor CA/CC regenerativo CTW04.

- Corrente de saída: 10 A;
- Tensão de rede 220V;
- Opera em quatro quadrantes;
- Frenagens regenerativas;
- Interface serial RS-232 incorporada;
- Instalação e programação simplificadas;

- Alimentação de controle e potência independentes.

3.5.4 PARÂMETROS DE CONFIGURAÇÃO DO CONVERSOR

Na tabela 3 encontram-se os parâmetros do modo de operação mais relevantes para configurar o conversor CA/CC e deixá-lo de acordo as especificações definidas no projeto. A criação dessa tabela foi baseada no manual do conversor CA/CC, série: CTW-04.

Tabela 2: Parâmetros de configuração do conversor CA/CC regenerativo

Parâmetro	Descrição	Valor ajustado
P005	Tipo de Conversor	1=Antiparalelo
P019	Referência de Velocidade	0=Definida por P024
P024	Seleção da Referência de Velocidade	5=PE – Potenciômetro Eletrônico
P025	Seleção da Realimentação de Velocidade	0=FCEM
P026	Seleção da Tensão Nominal de Armadura	0=230V (A_220Vca)
P027	Seleção da Corrente Nominal de Armadura	0=10/20
P066	Ganho do Sinal	0.4

4 VALIDAÇÃO DO SISTEMA

Os testes foram realizados para validar o projeto que propõe o sincronismo, durante a colagem, entre o acionamento dos sensores e/ou botões e as respostas dos sistemas pneumáticos.

4.1 PREPARAÇÃO PARA SIMULAÇÃO

O projeto foi testado na sala do PSATI(Programa SENAI para Automação e Tecnologia da informação), no SENAI (Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial) CIMATEC (Centro Integrado de Manufatura e Tecnologia), não foi testado por completo, se detendo apenas a etapa mais crítica do processo, o programa do CLP teve de ser adaptado para que a falta de todos os sensores, botões e atuadores não

prejudicasse o desempenho do sistema durante a simulação. Em efeito cascata, as telas da IHC também sofreram alguns ajustes.

Para realizar a simulação, os sensores foram representados por botões, e estes, por sua vez, foram acionados na sequência real de operação. Já as saídas foram substituídas por lâmpadas, pois, como o acionamento é digital, isso não representa nenhum impacto nos resultados encontrados.

4.2 RESULTADOS

Como esperado, o sincronismo referente ao acionamento dos botões e resposta das saídas foi constatado. O tempo de máquina é extremamente rápido e isso garantiu que não houvesse nenhum tipo de atraso significativo na sequência de operação do sistema que representava o funcionamento do colador.

Com essa simulação foi possível validar também a funcionalidade da IHC utilizada no projeto. Nela foram realizados alguns testes referentes ao acionamento de algumas entradas do CLP, supervisão do estado dos sensores e alteração do valor de contagem do temporizador.

Foi possível também estabelecer a comunicação Modbus entre o CLP e a IHC, assim a troca de informações entre os equipamentos aconteceu de forma satisfatória.

Em linhas gerais, podemos observar que a implementação do projeto em uma linha de produção atenderá de forma satisfatória os objetivos visados.

4.3 LIMITAÇÕES E DIFICULDADES ENCONTRADAS

Não foi possível simular o funcionamento de todo sistema proposto devido à incompatibilidade entre o tamanho do projeto, que inclui 47 entradas e 28 saídas, e a estrutura e quantidade de equipamentos didáticos que estavam disponíveis. Dessa forma, os testes se limitaram a etapa mais relevante do processo.

Outro fator complicador foi o tempo que impossibilitou a persistência, nesse documento, das informações que serão adquiridas após a implantação do projeto na linha de produção, pois o calendário das indústrias não segue prazos acadêmicos.

5 PERSPECTIVAS FUTURAS

Uma das possíveis linhas a se seguir para continuar o projeto de retrofitting está ligada com a comunicação entre o CLP central e o CLP dedicado. A comunicação prevista nesse projeto é a ponto a ponto, porém, como o CLP central é responsável pelo controle de mais de um colador, a comunicação Modbus entre os controladores seria uma solução vantajosa.

Outra linha de pesquisa pode ser a implantação de um controle estatístico de processo para tratar as informações adquiridas do processo produtivo e, com base nesses dados, criar índices de desempenho da máquina. Número de colagens boas, número de falhas na colagem, quais falhas são mais freqüentes, tempo médio de produção são alguns dos parâmetros que podem ser observados.

Mais um desdobramento possível é a implementação do projeto de *retrofitting* apresentado nesse documento na linha de produção, possibilitando a execução dos ajustes necessários para adequação das mudanças ao sistema.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A técnica de *retrofitting* se tornou uma excelente opção para as empresas que visão as melhorias constantes em seu processo, produto ou serviço e que, para isso, entendem a necessidade da modernização.

Com o projeto de *retrofitting* do sistema automático de alimentação de papel para a impressora industrial foi possível perceber as inúmeras vantagens que estão relacionadas com a utilização desse tipo de estratégia. Redução de custo e tempo com manutenção, facilidade de supervisão do sistema e sincronismo no processo são alguns dos ganhos da atualização tecnológica proposta no projeto para o colador.

O *retrofitting* não é um conjunto de regras a ser seguido, mas sim uma técnica de projeto que exige estudos prévios sobre o sistema a ser modernizado para possibilitar a criação da proposta mais adequada de melhoria.

É importante ressaltar que os avanços tecnológicos são constantes e é fundamental que a atualização dos sistemas caminhe da mesma forma, garantindo que as melhores soluções estão sendo utilizadas, gerando assim maior produtividade para o processo.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

IHC - Interação Humano Computador Notas de Aula Professor Hamilton Lima.

Disponível em :<<http://www.athanazio.com/downloads/ihc/notas-de-aula-athanazio-ihc.pdf>>. Acesso em :maio,2011

INTRODUÇÃO à IHC,REBELO,Irla, Disponível em

:<<http://irlabr.wordpress.com/apostila-de-ihc/parte-1-ihc-na-pratica/introducao-a-interacao-entre-homem-e-computador-ihc/>>. Acesso em :maio,2011

RASHID, Muhammad H. Eletrônica de potência: circuitos, dispositivos e aplicações. São Paulo: Makron Books, 1999. 828 p.

RIBEIRO, Alexandre da Silva; ALMEIDA, Antônio Gabriel S.; SOUZA, Milton Bastos de; LIMA, Eduardo J. **Metodologia para Implementação de Retrofitting de Controladores de Equipamentos de Automação de Processos.** *In*: Congresso Iberoamericano de Engenharia Mecânica, 8º. Cusco: 2007. 8p.

HENRIQUE, Carlos; BRITTO,VELOSO, Ricardo ; SENAI-CIMATEC. **Curso de CLP.** Salvador: [s.n], 2006. 81p.

NEGRI, Victor Juliano de ; UFSC. **Sistemas Hidráulicos e Pneumáticos para Automação e Controle, Parte II – Sistemas Pneumáticos para Automação.** Florianópolis: [s.n.], 2001. 74p.

WEG AUTOMAÇÃO; **Conversores CA/CC.** São Paulo, 16p.

WEG AUTOMAÇÃO;**Manual do Micro Controlador Lógico Programável, Série: TPW-03.** São Paulo, 136p.

ANEXO 1

A figura 4.1 e a figura 4.2 representam o esquema elétrico do sistema automático de alimentação de papel.

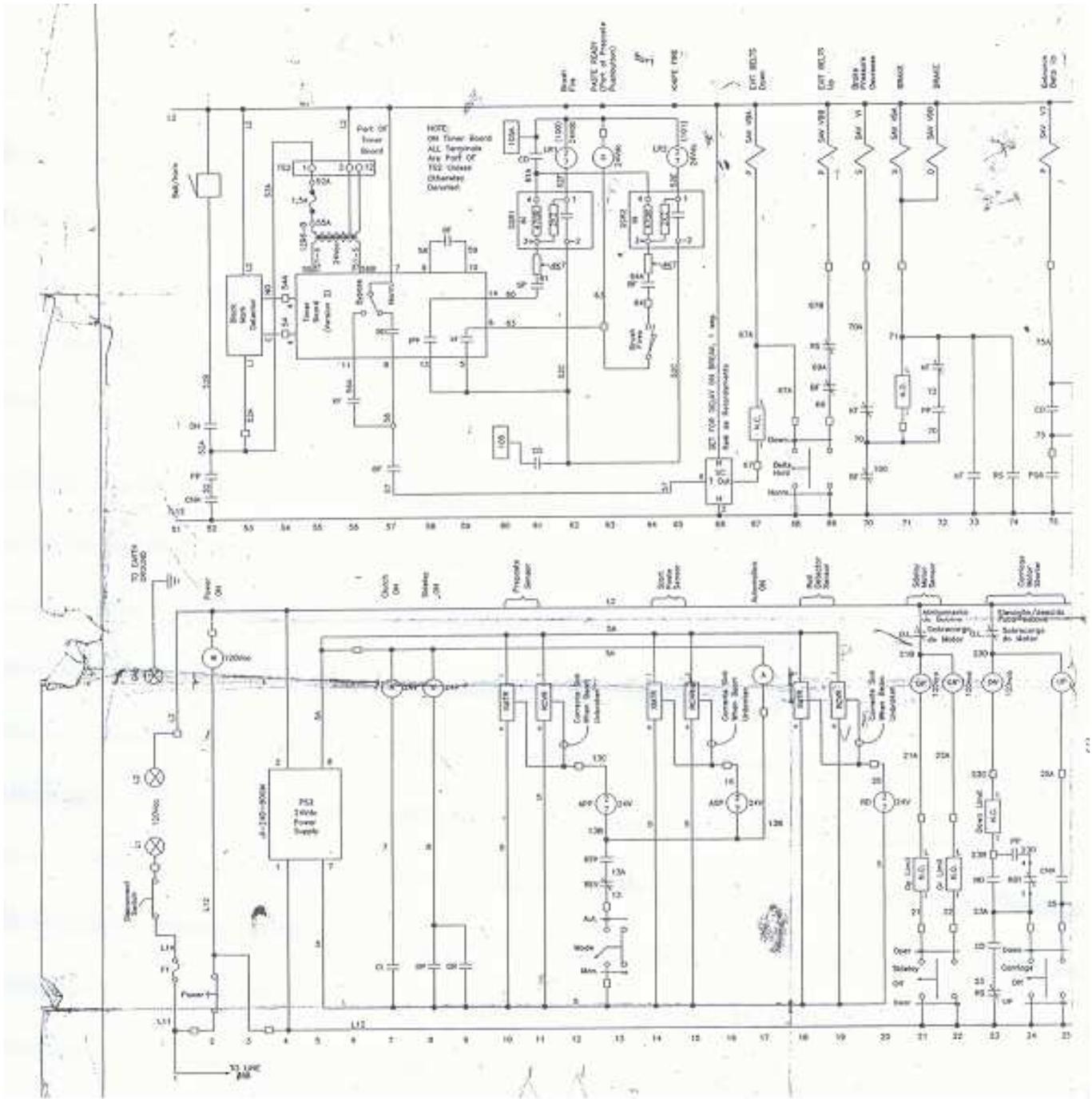


Figura 23: Página 1 do esquema elétrico do colador

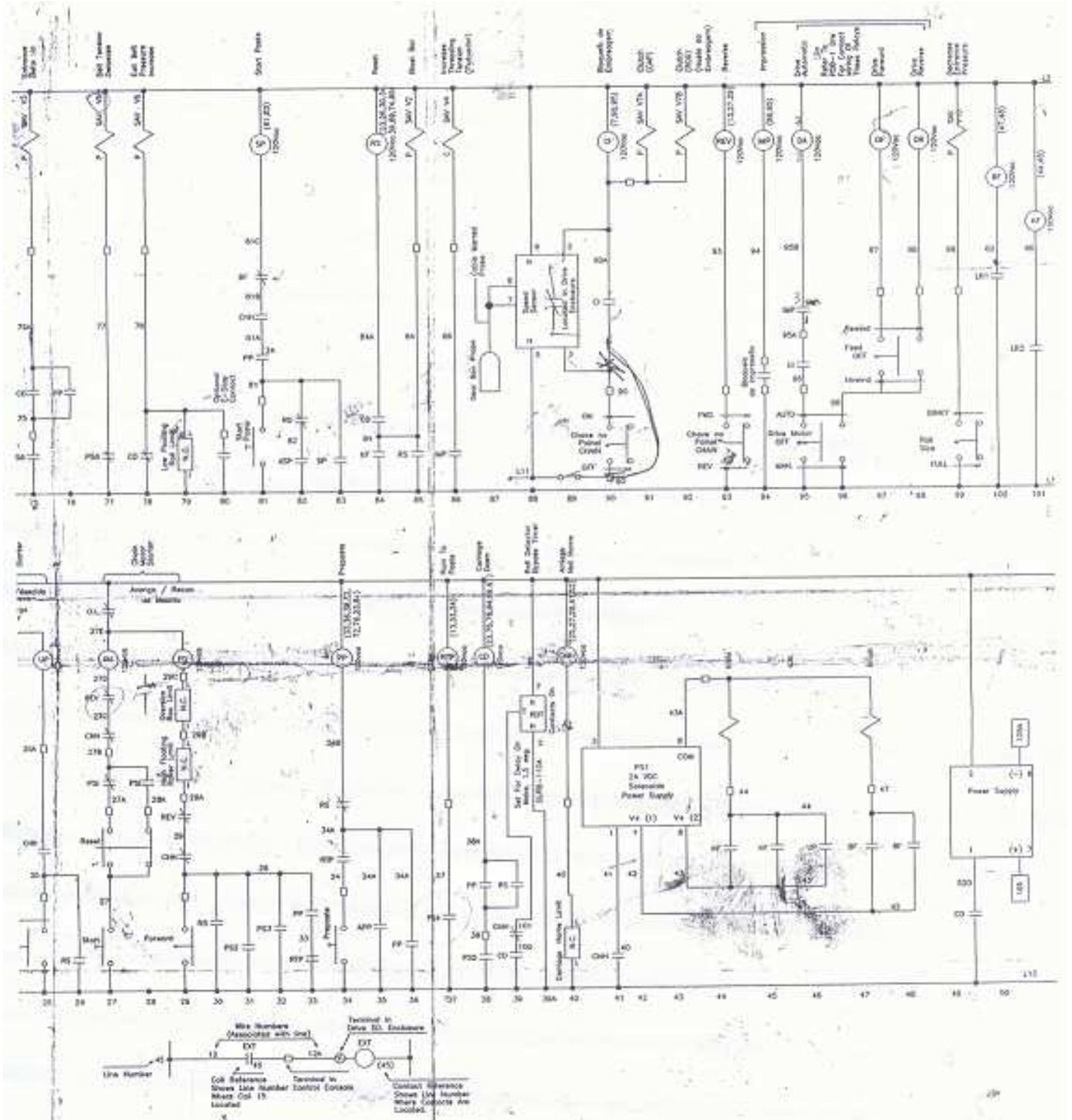
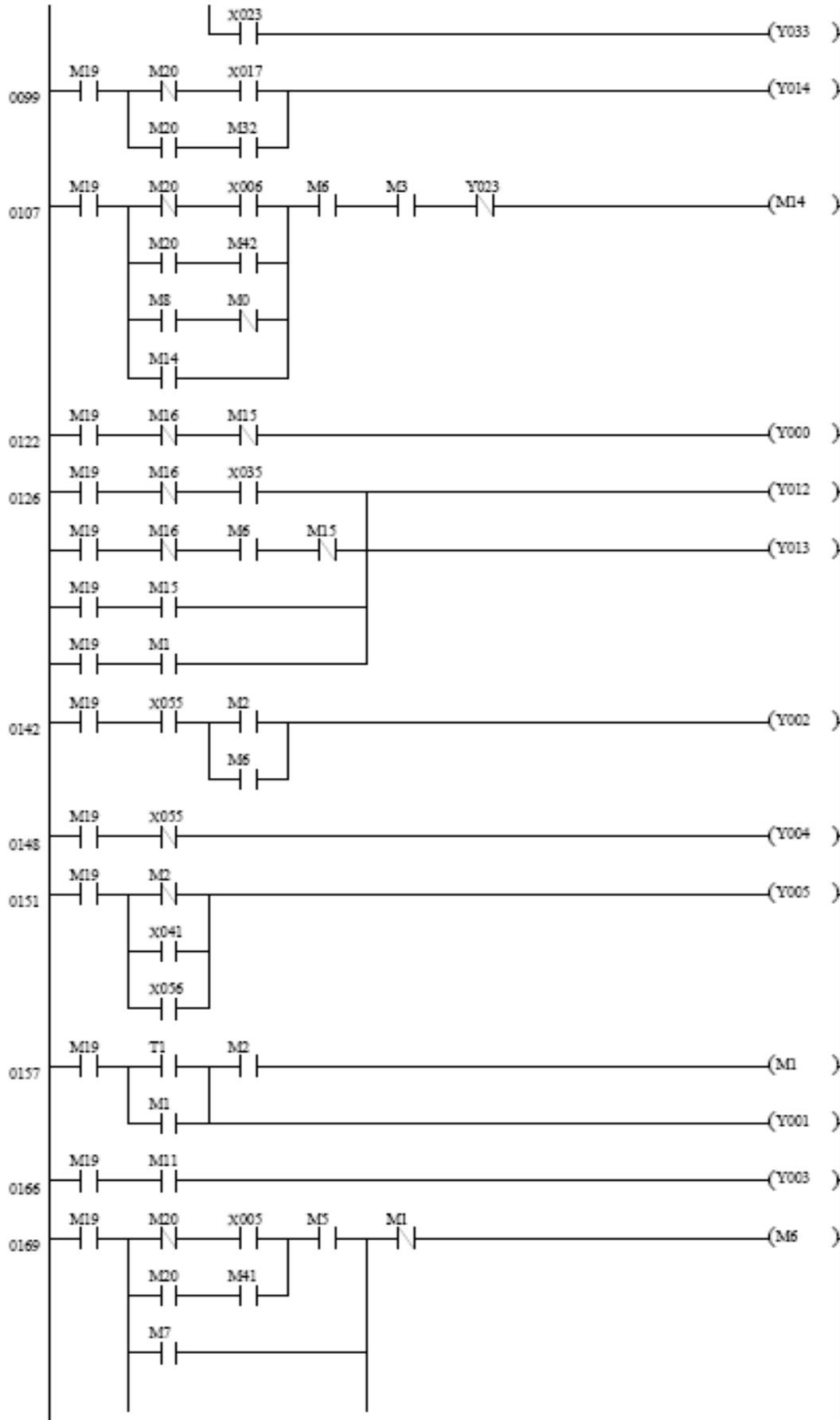
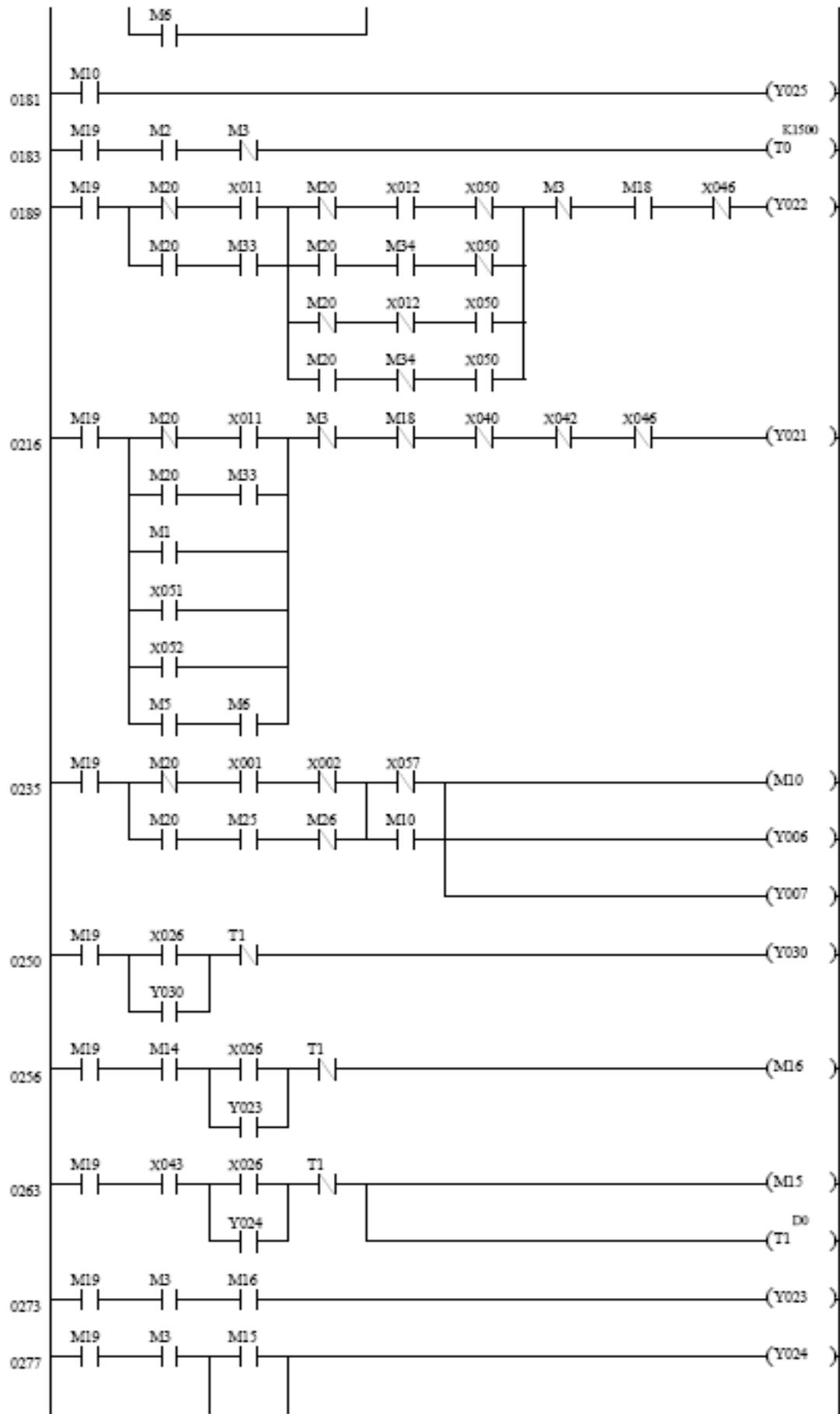


Figura 24: Página 2 do esquema elétrico do colador





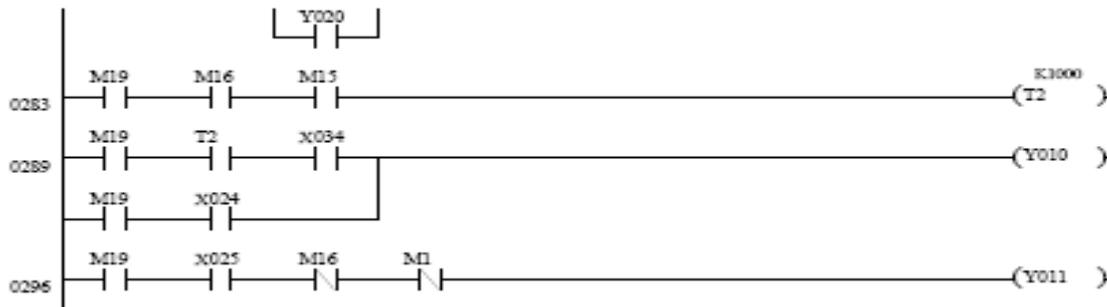


Figura 25: Programa utilizado no CLP.

Tabela 3: Funções das siglas do programa CLP

Função	Descrição	Função	Descrição
x01	engata embreagem	x10	Reverso
x02	desengata embreagem	x11	Início
x03	Liga/Desliga	x12	Reset
x04	Modo	x13	Margem OP
x05	Botão Pre-colagem	x14	Margem GR
x06	Botão Colagem	x15	Botão sobe F/E
x17	Tamanho Bobina	x20	<i>Drive Automático</i>
x07	Avanço	x16	Botão desce F/E
x21	Drive Manual	x22	Enrola bobina
x23	Desenrola bobina	x24	Sobe correia
x25	Desce correia	x26	<i>Black mark detector</i>
x27	Sensor Pre-colagem	x30	Sensor Inicio colagem
x31	Detector de rolo	x32	<i>Carriage home limit</i>
x33	<i>Carriage down limit</i>	x34	<i>Belt park</i>
x35	<i>IO limit</i>	x36	Fim de curso OP

x37	Fim de curso GR	x40	<i>High floating roll limit</i>
x42	<i>Oversize roll limit</i>	x41	<i>Low flatong roll limit</i>
x43	Rolete <i>brush fire</i>	x44	Rele sobrecarga margem
x45	Rele sobrecarga F/E	x46	Rele sobrecarga movimento
x47	Impressão	x50	PS1
x51	PS2	x52	PS3
x53	PS4	x54	PS5
y01	V2	y02	V3
y03	V4	y04	V5
y05	V6	y06	V7A
y07	V7B	y10	V8A
y11	V8B	y12	V9A
y13	V9B	y14	V10
y15	OP	y17	DN
y16	GR	y20	UP
y21	FD	y22	RV
y23	BF(Saida)	y24	KF(Saida)
y25	<i>Clutch ON</i>	y26	<i>Sidelay ON</i>
y27	Automatico ON	y30	Paste ready
y31	DA	Y32	DF
y33	DR	y34	<i>Power ON</i>
M00	RD	M01	RS

M02	CD	M03	CNH
M04	REV	M05	RTP
M06	PP	M07	APP
M08	ASP	M10	CI
M11	IMP	M14	SP
M15	KF(BOBINA)	M16	BF(BOBINA)
M18	VER	M19	Ligado
M20	Painel de Controle/IHM	M25	Engata embreagem(IHM)
M26	Desengata embreagem (IHM)	M27	LIGA/DESLIGA(IHM)
M32	Tamanho bobina (IHM)	M33	Inicio(IHM)
M34	Reset(IHM)	M35	Enrola BOBINA(IHM)
M36	Desenrola BOBINA(IHM)	M37	Margem OP(IHM)
M38	Margem GR(IHM)	M39	Sobe correia(IHM)
M40	Desce correia(IHM)	M41	Pre-colagem(IHM)
M42	Colagem(IHM)	M43	Sobe conjunto F/E(IHM)
M44	Desce ConjuntoF/E(IHM)	T0	RDT
T1	KF Temporizador	T2	SC

APÊNDICE 2

Nas figuras a seguir, é possível visualizar as telas construídas para a IHC PWS 6400, a qual é a interface de comunicação entre o operador e a máquina responsável pelo processo de colagem.



Figura 26: Tela de abertura



Figura 27:Tela principal



Figura 28:Tela 1 para acionar as entradas



Figura 29:Tela 2 para acionar as entradas



Figura 30:Tela 3 para acionar as entradas



Figura 31:Tela 1 para visualizar o estado dos sensores



Figura 32:Tela 2 para visualizar o estado dos sensores

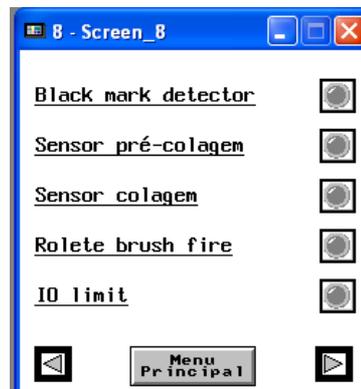


Figura 33:Tela 3 para visualizar o estado dos sensores

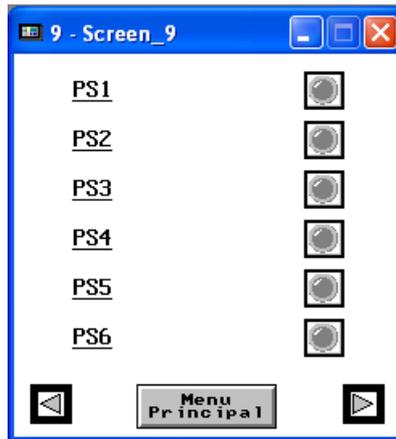


Figura 34:Tela 4 para visualizar o estado dos sensores

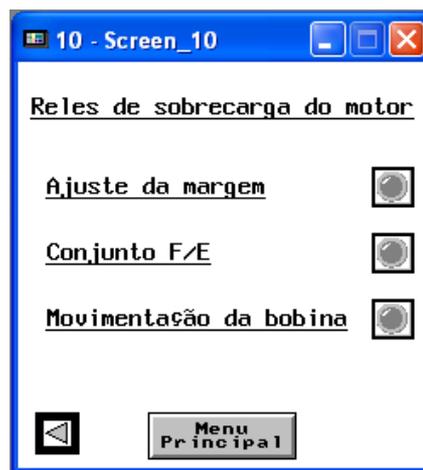


Figura 35:Tela 5 para visualizar o estado dos sensores



Figura 36:Tela para ajuste do temporizador



Figura 37:Tela para escolha do modo de operação

APÊNDICE 3

A tabela 4 (encontrada no apêndice 4) foi uma das bases utilizadas para criação do programa do CLP. Nela é possível identificar qual o tipo da entrada e sua função no processo.

Tabela 4: Entradas do CLP dedicado

Entradas do colador

Entrada	Tipo	O que faz
Embreagem	Chave seletora, 3 posições com retorno da direita e esquerda 45°	Engata embreagem
		Desengata embreagem
Liga/Desliga	Botão com trava duas posições tipo cogumelo	Liga/desliga colador
Modo	Botão com trava duas posições	Máquina em modo automático
Pré-colagem	Botão pulsante	Aciona manualmente a pré-colagem
Colagem	Botão pulsante	Aciona manualmente a colagem
Avanço/Reverso	Botão com trava duas posições	Retorna bobina quando acionado
Início	Botão pulsante	Inicia avanço do rolo
Reset	Botão pulsante	Permite o retorno do rolo
Margem	Chave seletora, 3 posições com retorno da direita e esquerda 45°	Ajuste da margem <i>Oper</i>
		Ajuste da margem <i>Gear</i>
Conjunto faca escova	Chave seletora, 3 posições com retorno da direita e esquerda 45°	Sobe conjunto F/E
		Desce conjunto F/E
Tamanho da bobina	Botão com trava duas posições	Quando ativado define meia bobina
Man/Aut	Botão com trava duas posições	Driver automático
		Driver manual
Enrolar desenrolar bobina	Botão três posições	Enrola bobina
		Desenrola bobina

Sobe desce correia	Botão três posições	Sobe correia
		Desce correia
<i>Black Mark Detector</i>	Sensor óptico	Detecta a marca preta
Pré-colagem	Sensor óptico tipo barreira	Acionamento automático da pré-colagem
Iniciar colagem	Sensor óptico tipo barreira	Acionamento automático da colagem
Detector de rolo	Sensor óptico tipo barreira	Detecta a bobina
Conjunto faca escova lim. Superior (<i>Carriage Home Limit.</i>)	Sensor indutivo NC	Define conjunto faca escova acima
Conjunto faca escova lim. Inferior (<i>Carriage Down Limit.</i>)	Sensor indutivo NC	Define conjunto faca escova embaixo
<i>Belt Park</i>	Sensor indutivo NC	Define correia na posição home
<i>IO Limit</i>	Sensor indutivo NO	Aciona os freios
Fim de curso alinhamento margem OP	Sensor indutivo NO	Define o fim de curso do alinhamento da margem OP
Fim de curso alinhamento margem GR	Sensor indutivo NO	Define o fim de curso do alinhamento da margem GR
<i>High Floating Roller Limit</i>	Sensor indutivo NC	Detecta fim de curso superior do flutuador
<i>Low Floating Roll Limit</i>	Sensor indutivo NO	Detecta fim de curso inferior do flutuador
<i>Oversize Roll Limit</i>	Sensor indutivo NC	Detecta tamanho excessivo do rolo de saída.
Roleta <i>Brush Fire</i>	Sensor mecânico	Detecta acionamento de escova
Rele de sobrecarga motor do ajuste da margem.	Contato NF	Detecta sobrecarga no motor de ajuste da margem
Rele de sobrecarga motor do conjunto faca escova	Contato NF	Detecta sobrecarga no motor do conjunto faca escova
Rele de sobrecarga motor de movimentação	Contato NF	Detecta sobrecarga no motor de movimentação da

da bobina.		bobina.
Impressão	Contato NA	Acionado quando é ligada a impressão da máquina
PS1	Sensor mecânico	Inibição do modo reverso, imobiliza a corrente na posição de carregamento apenas no modo REVERSO.
PS2	Sensor mecânico	Mantém energizado o contator FORWARD da posição de saída da roldana até a posição de carregamento.
PS3	Sensor mecânico	Mantém energizado o contator FORWARD da posição de carregamento até a posição operação.
PS4	Sensor mecânico	Mantém energizado o contator FORWARD da posição de operação até a posição de colagem. (Rum to paste)
PS5	Sensor mecânico	Ativa o contator CARRIAGE DOWN CD. (Decida da saída da correia)
PS6	Sensor mecânico	Eleva a entrada da correia