

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE ELETRÔNICA
ESPECIALIZAÇÃO EM AUTOMAÇÃO INDUSTRIAL

RONALDO ADRIANO DOS REIS

**AUTOMAÇÃO DO SETOR DE CAVACO DA EMPRESA TROMBINI
EMBALAGENS S.A.**

MONOGRAFIA – ESPECIALIZAÇÃO

CURITIBA
2013

RONALDO ADRIANO DOS REIS

**AUTOMAÇÃO DO SETOR DE CAVACO DA EMPRESA TROMBINI
EMBALAGENS S.A.**

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 título de Especialista em Automação Industrial.

Orientador: Prof. Dr. Dr. Valmir de Oliveira

CURITIBA
2013

AGRADECIMENTOS

Quero agradecer primeiramente a Deus pelo dom da vida. Aos meus pais que sempre me incentivaram e me deram o presente da educação. E agradeço especialmente à minha esposa Magali, pelo amor, carinho e participação nessa caminhada.

Ao Professor Dr. Valmir de Oliveira pela paciência e atenção na orientação e incentivo que se fez tornar possível a conclusão deste trabalho.

A todos os professores do curso de pós- graduação em automação industrial, pela paciência que tiveram nos momentos de aprendizado, que foi muito importante para minha vida acadêmica e profissional.

A todos os colegas de trabalho da manutenção elétrica que estão envolvidos diretamente e indiretamente ao *retrofit* do setor de cavaco da empresa Trombini Embalagens.

RESUMO

REIS, Ronaldo Adriano. **Automação setor de cavaco da Empresa Trombini Embalagens**. 2013. 53 p. Monografia (Especialização em Automação Industrial) – Programa de Pós-Graduação em Automação Industrial, UTFPR. Curitiba, 2013.

Este trabalho tem como objetivo automatizar o processo na linha de produção de cavaco da empresa Trombini, com o objetivo de obter aumento de produção e gerar mais tempo para manutenção programada. O projeto consiste em substituir todos os componentes que estão no campo e painéis elétricos. O setor não trabalha com um CLP no CCM de cavaco. Com o *retrofit* será inserido um controlador ABB modelo AC800M, para que seja construído todo o programa de CPL. Sendo adicionado o mesmo vamos efetuar a troca de todas as partidas referente ao acionamento de cavacos por inversores de Frequência modelo ACS355, para efetuar um controle de velocidade do processo de cavacos, acelerando há produção. Todos os inversores estarão conectados há rede Profibus, com objetivo de reduzir as entradas e saídas físicas usadas em todo o processo. Também será adicionada uma IHM para que operador visualize e tenha controle do processo desde, ligar, parar e visualizar falhas do processo. Visando ergonomia do operador que hoje é desconfortável esta sendo construída uma mesa com todos os comandos, IHM e monitores de visualização do processo, para que seja realizado isso vai ser retirado o painel elétrico e unidade hidráulica que esta na sala de operação a fim de aperfeiçoar espaço.

Palavras-Chaves: CLP, CCM, Profibus, IHM.

ABSTRACT

REIS, Ronaldo Adriano. **Automation sector chip company Trombini Embalagens.** 2013. 53 p. Monografia (Especialização em Automação Industrial) – Programa de Pós Graduação em Automação Industrial, UTFPR. Curitiba, 2013.

This work aims to automate the process on the production line Trombini chip company, with the goal of obtaining increased production and generate more time for scheduled maintenance. The Project Consist of replacing all components that are in the field and electrical panels. The industry does not work with a PLC in the MCC chip. With the controller will insert a retrofit ABB AC800M model, to be built around the PLC program. Since we added the same effect Exchange of all the matches foe the drive by chip inverters Frequency Model ACS355, to make a speed control chip process, speeding up production there. All inverters are connected there Profibus network, aiming to reduce the physical inputs and outputs used in the whole process has provided. Will also be added to IHM operator to view and control the process has provided, connect, stop and view process failures. Aiming operator ergonomics that today this is uncomfortable being built a table with all controls, monitors and IHM visualization process, to be carried out it Will be removed from the electrical panel and hydraulic unit that the operating room in order to improve space.

Keywords: CLP, CCM, Profibus, IHM.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Relé Térmico.....	14
Figura 2 - Contator	15
Figura 3 - Transformador	16
Figura 4 - Representação do circuito interno sensor indutivo.....	17
Figura 5 - Partida Direta	19
Figura 6 - Partida Estrela-Triângulo	20
Figura 7 - Exemplo de utilização de CLP com várias entradas e saídas.....	22
Figura 8 - Elementos de um GRAFCET	24
Figura 9- Transição divergência em “OU”	25
Figura 10- Transição divergência em “E”	26
Figura 11- Transição convergência em “OU”	26
Figura 12- Transição convergência em “E”	27
Figura 13 - Diagrama de contatos implementado a partir de um Grafcet.....	28
Figura 14- Painel com CLP	31
Figura 15- CPU Modelo PM864 ABB	35
Figura 16 - Remota de Cavaco	36
Figura 17- Módulo cabeça de rede Profibus Wago 750-333.....	36
Figura 18- Módulo de entrada digital Wago 750-537.	36
Figura 19- Módulo Saída digital wago 750-537.....	37
Figura 20- Módulo Entrada Analógica Wago 750-455.....	37
Figura 21- Modulo Saída analógica Wago 750-555	37
Figura 22- Estrutura de Montagem dos módulos	38
Figura 23- GRAFCET Desenvolvido	38
Figura 24- GRAFCET desenvolvido	39
Figura 25 - Liga e desliga automático.	40
Figura 26 - Liga e desliga Triper.....	40
Figura 27 - Liga e desliga TC4.	41
Figura 28- Liga desliga TC3	41
Figura 29- Liga desliga peneira PV	42
Figura 30- Liga e desliga TC2.	42
Figura 31- Liga e desliga TC1.	43
Figura 32- Liga e desliga moega 4 E 3.....	43
Figura 33- Liga e desliga moega 2 E 1.....	44
Figura 34- Área de Trabalho do Programa <i>Control Builder</i>	45
Figura 35- Simulação de um bloco de função	45
Figura 36- Declaração de variáveis no <i>control builder</i>	46
Figura 37- Chave de emergência	47
Figura 38- Capa do projeto.....	48
Figura 39- Simbologia dos componentes	48
Figura 40- Alimentação dos I/Os	49

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Classificação das linguagens de programação conforme IEC – 1131-3..	23
Tabela 2 - GRAFCET desenvolvido	39

LISTA DE ABREVIATURAS

CLP	Controlador Lógico Programável
CPU	Unidade Central de Processamento (<i>Central Processing Unit</i>)
FBD	Diagrama de Blocos Funcionais (<i>Function Block Diagram</i>)
DI	Entrada digital (<i>Digital Input</i>)
DO	Saída digital (<i>Digital Output</i>)
AI	Entrada analógica (<i>Analog Input</i>)
AO	Saída analógica (<i>Analog Output</i>)

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	9
1.1 TEMA	9
1.2 DELIMITAÇÃO DO TEMA	10
1.3 PROBLEMAS E PREMISSAS	10
1.4 OBJETIVOS	11
1.4.1 Objetivo Geral	11
1.4.2 Objetivos Específicos	11
1.5 JUSTIFICATIVA	11
1.6 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	11
1.7 REFERENCIAL TEÓRICO	12
1.8 ESTRUTURA DO TRABALHO	12
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	14
2.1 COMPONENTES ELETROELETRÔNICOS	14
2.1.1 Relé Térmico	14
2.1.2 Contator	14
2.1.3 Disjuntor Tripolar	15
2.1.4 Transformador	15
2.1.5 Sensores	16
2.1.6 Fusível	17
2.2 ACIONAMENTO E CONTROLE DE MOTORES	18
2.2.1 Partida de Motores	18
2.2.2 Partida de Direta	18
2.2.2 Estrela-Triângulo	19
2.2.3 Partida Compensadora	20
2.2.4 Inversor de Frequência	20
3 SISTEMAS DE AUTOMAÇÃO	22
3.1 CONTROLADOR LÓGICO PROGRAMÁVEL (CLP)	29
3.1.1 Vantagens na Utilização do CLP	29
3.1.2 Arquitetura do CLP	30
3.1.3 Redes Industriais	33
3.1.4 QC PRO	33
3.1.5 Sistemas Supervisórios	34
4 DESENVOLVIMENTO	35
4.1 SISTEMA DEFINIDO	35
4.2 ETAPAS DO GRAFCET	39
4.3 LINGUAGEM DE TEXTO ESTRUTURADO	40
4.3.1 Declaração das Variáveis	46
4.4 CHAVES DE EMERGÊNCIA	46
4.5 ERGONOMIA	47
4.6 DESENHOS ELÉTRICOS	47
5 CONCLUSÃO	50
REFERÊNCIAS	51

1 INTRODUÇÃO

Nesta seção inicial apresenta-se a introdução do tema seguido dos problemas e premissas, objetivo geral e específico, justificativa, procedimento metodológico, embasamento teórico e estrutura do trabalho.

1.1 TEMA

A automação surgiu no século 18. Com o início das linhas de montagem idealizadas por Henry Ford a automação industrial foi alavancada e desde então, não parou de evoluir. Com o avanço da microeletrônica puderam ser criados os Controladores Lógicos Programáveis (CLPs), que começaram a surgir na década de 60. Segundo Marco Antônio Ribeiro (1999), automação é a operação de máquina ou de sistema automaticamente ou por controle remoto, com a mínima interferência do operador humano.

Este trabalho tem como objetivo automatizar o processo na linha de produção de cavaco da empresa Trombini. O trabalho de automatização visa acelerar a produção, contando com algumas variáveis tais como manutenção versus estoque. Na produção será aumentar o estoque em pequeno período de tempo disponibilizando tempo para manutenção programada em todo o sistema.

O setor de cavaco não trabalha com um controlador lógico programável (CLP) e os motores do sistema existente são acionados por chaves de partida direta o que não permite o controle da velocidade da produção como proposto. Com o *retrofit* será inserido um CLP ABB modelo AC800M, e será desenvolvido todo o programa (ABB Automação) além da substituição de todos os componentes que estão no campo e painéis elétricos. Também será efetuada a troca de todos os componentes de partida dos motores, referente ao acionamento de cavacos, por inversores de frequência modelo ACS355. Todos os inversores serão conectados à rede Profibus com objetivo de reduzir as entradas e saídas físicas usadas em todo o processo. Também serão desenvolvidos blocos lógicos específicos para aquelas partidas, onde serão monitoradas todas as condições de operação e sinais de referência de velocidade, baseado na fórmula da reta, com objetivo de obter aumento linear da velocidade.

Visando a ergonomia do operador que atualmente trabalha em situação desconfortável, será construída uma mesa com todos os comandos, IHM¹ e monitores de visualização do processo. Para essa alteração será retirado o painel elétrico e a unidade hidráulica da sala de operação a fim de otimizar o uso do espaço ali disponível.

1.2 DELIMITAÇÃO DO TEMA

As indústrias de Papéis têm várias formas de produção, desde a descarga da matéria-prima, passando pelo processamento e indo até a bobinagem do produto final. Esta monografia tomará por estudo a automação do setor de cavaco, parte importante dessa cadeia produtiva, com objetivo de aumento de produção, permitindo formação de estoque que viabilize paradas de produção para execução de manutenção na planta.

1.3 PROBLEMAS E PREMISSAS

Os componentes instalados no setor de cavaco da empresa Trombini Embalagens, são relativamente obsoletos. Com o *retrofit* proposto, serão substituídos os acionamentos e os sistemas. Isso trará uma confiabilidade maior sobre todos os equipamentos, levando ao aumento da produtividade. Para facilitar a visualização das possíveis falhas do processo, todo o programa será realizado em GRAFCET, Segundo GERGINI, linguagem gráfica aplicada aos CLPs elaborada para roteiros sequenciais. (GERGINI, 2007).

Como comprovar que a utilização de métodos matemáticos complexos pode simplificar um estudo e trazer resultados significativos para uma aplicação?

Pressupõe-se que as ferramentas matemáticas auxiliem na obtenção desses resultados, tornando-se o problema em questão para o estudo proposto.

¹ Interface Homem Máquina do inglês *Interface Human Machine*

1.4 OBJETIVOS

1.4.1 Objetivo Geral

Realizar a automação do setor cavaco da empresa Trombini Embalagens na planta de Curitiba.

1.4.2 Objetivos Específicos

- Definir equipe para projeto;
- Reunir e definir ideias sobre projeto;
- Planejar e dimensionar o sistema a ser construído;
- Desenhar comandos em AUTOCAD e QCPRO;
- Executar montagem das partes elétrica no campo;
- Realizar toda a programação necessária.

1.5 JUSTIFICATIVA

O presente trabalho tem como objetivo o aumento do estoque por determinado período de tempo, gerando disponibilidade de tempo para manutenção programada ou atendimento da demanda no caso de paradas eventuais (feriado). Além disso, permitir um melhor controle de estoque quanto à quantidade, pois através desse *retrofit* entrará em operação uma balança Toledo para controle de quantidade em toneladas de material, o que não há atualmente, onde o controle é realizado pela quantidade de vapor utilizado o que gera uma diferença razoável no controle do cavaco comprado para estoque.

1.6 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Por meio de pesquisa de campo, embasado pelo levantamento de problemas do equipamento instalado no local. Serão levantadas informações importantes do processo e também haverá outras formas de pesquisa relevantes ao trabalho, através de consulta à sites e manuais técnicos. Também será montada toda

estrutura dos painéis elétricos e troca de dispositivos de campo, necessários à realização da automação. Serão desenvolvidos também a programação do CLP e a parametrização dos inversores de frequência e IHMs.

1.7 REFERENCIAL TEÓRICO

Para a caracterização do processo de cavaco, foi adquirido conhecimento mais aprofundado das características específicas da linha de produção do setor de cavaco da empresa Trombini Embalagens, objeto deste estudo foi apoiado nos manuais de operação e manutenção da linha, fornecidos pelo fabricante.

Por fim, para atender o objetivo específico de estudar sistemas de automação e controle adequados para o processo, a pesquisa foi embasada pela revisão bibliográfica de autores como Castrucci e Moraes (2001), Natale (2002) e Silveira e Santos (2008).

1.8 ESTRUTURA DO TRABALHO

Este trabalho compõe-se de 5 (cinco) capítulos, sendo;

- Parte 1 – Capítulo introdutório.
- Parte 2 – Fundamentos teóricos: Capítulo 2.
- Parte 3 – Automação da máquina: Capítulo 3.
- Parte 4 - Programa gerado, análises e conclusões: Capítulos 4 e 5.
- Parte 5 – Referências Bibliográficas.

O capítulo introdutório deste trabalho apresenta o tema abordado com suas delimitações, assim como objetivos propostos, justificativas e a metodologia adotada no mesmo.

O capítulo 2 inicia os fundamentos teóricos do equipamento setor de cavaco, componentes que serão necessários para a automação da máquina e funcionamento.

O capítulo 3 apresenta a descrição do processo de automatização.

O capítulo 4, juntamente com capítulo 5, apresenta a sequência de ações que se deseja executar, tal como o funcionamento da máquina pós-automatização o programa de CLP as análises e conclusões.

As referências bibliográficas utilizadas para fundamentação teórica do mesmo são apresentadas logo a seguir do capítulo 5.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 COMPONENTES ELETROELETRÔNICOS

A seguir serão descritas a operação de componentes utilizados no processamento de cavaco, com objetivo de embasar o entendimento sobre os componentes e os circuitos presentes no sistema.

2.1.1 Relé Térmico

Relés térmicos são dispositivos que servem de proteção contra correntes de sobrecarga, baseados no princípio de dilatação de partes termoelétricas (bimetálicos). A operação de um relé térmico é baseada nas diferentes dilatações que os metais apresentam, quando submetidos a uma variação de temperatura proporcional à corrente do circuito sob proteção (FRANCHI, 2007). A figura 1 mostra um relé térmico utilizado na indústria atualmente.



Figura 1 - Relé Térmico
Fonte: Site da Siemens

2.1.2 Contator

Assim como o relé, o contator é uma chave de operação eletromagnética, não manual, que tem uma única posição de repouso e que é capaz de conduzir e

interromper correntes em condições normais do circuito ou inclusive em sobrecargas.

O contator possui contatos principais (para energização da carga) de tipo normalmente aberto (NA) e auxiliares de tipo normal fechado (NF) e NA, esses com menor capacidade de corrente que servem como auxílio nos circuitos de comando e sinalização, além do acionamento de outros dispositivos elétricos (FRANCHI, 2007). A figura 2 mostra um contator.



Figura 2 - Contator
Fonte: Site da Siemens

2.1.3 Disjuntor Tripolar

O disjuntor tripolar é um componente com a função de proteção normalmente contra curto circuito e sobrecargas, mas que eventualmente pode ser usado como uma simples chave. O disjuntor simplesmente interrompe a passagem de corrente, quase que instantaneamente, quando recebe uma sobrecarga ou um curto-circuito (FRANCHI, 2007).

2.1.4 Transformador

Transformador é um equipamento utilizado em corrente alternada, para alterar o valor de tensão fornecida à carga.

Os transformadores mais comuns são o monofásico e o trifásico que possuem inúmeras aplicações, potências e tensões. Tal transformador possui núcleo de ferro com três bobinas do lado primário e três do lado secundário. (WEG, 2007). No caso

do referido projeto, será utilizado um transformador trifásico, devido à utilização de um motor trifásico. A figura 3 abaixo mostra um transformador.



Figura 3 - Transformador
Fonte: Site da WEG

2.1.5 Sensores

Os sensores são dispositivos capazes de detectar a presença de um corpo de material metálico ou não metálico, através de uma face ativa e efetuando o chaveamento elétrico de uma ou mais cargas acopladas em suas saídas. Estes cargas podem ser relés, contadores, CLPs entre outros.

Existem vários tipos de sensores, cada um com suas características e suas aplicações, nesse sistema, será utilizado um sensor indutivo, para a exclusiva percepção de matérias metálicas (FUENTES, 2005).

a. Sensores Indutivos

No sensor indutivo, um circuito eletrônico forma um campo eletromagnético e quando a face sensora é aproximada de um corpo metálico, parte deste campo é absorvido provocando a comutação do sinal de saída sensor. (COEL, 1999). A figura 4 mostra a representação do circuito interno de um sensor indutivo.

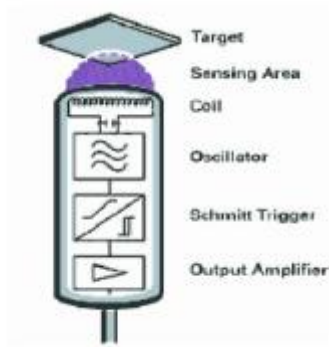


Figura 4 - Representação do circuito interno sensor indutivo.
 Fonte: Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, 2005)

b. Princípio de Funcionamento

Os sensores indutivos são constituídos de um núcleo magnético aberto e um circuito eletrônico oscilador. Quando energizado, o circuito oscilador estabelece um campo magnético variável de alta frequência em torno do núcleo. Esse campo, devido ao fato do formato do núcleo (núcleo aberto), é projetado para fora do sensor, criando assim uma zona de influência, denominada zona ativa do sensor.

Quando um material condutor de eletricidade é inserido na zona ativa do sensor, devido ao efeito de indução magnética, é estabelecida uma corrente elétrica no mesmo. A corrente induzida neste material, por sua vez, induz um campo magnético que atenua o campo magnético gerado pelo sensor, causando alteração na amplitude da corrente gerada pelo circuito oscilador, a qual é comparada com um valor pré-estabelecido, fazendo ou não a comutação do circuito de saída. (TIAGO ROCHA, 2011).

2.1.6 Fusível

O princípio de funcionamento do fusível baseia-se na fusão do filamento e consequente abertura, quando por este passa uma corrente elétrica superior ao valor de sua especificação. Existem fusíveis do tipo cartucho, DIAZED, NH, e outros.

Os fusíveis geralmente são dimensionados 20% acima da corrente nominal do circuito. São classificados em retardados e rápidos. O fusível de ação retardada é usado em circuitos nos quais a corrente de partida é muitas vezes superior à corrente nominal. É o caso dos motores elétricos e cargas capacitivas. Já o fusível

de ação rápida é utilizado em cargas resistivas e na proteção de componentes semicondutores, como o diodo e o tiristor em conversores estáticos de potência (FRANCHI, 2001).

2.2 ACIONAMENTO E CONTROLE DE MOTORES

2.2.1 Partida de Motores

Existem algumas formas para dar partida em um motor, tais como: partida direta, estrela triângulo, compensadora, dupla estrela, duplo triângulo e outras. Para determinar o tipo de partida correta, deve se levar em consideração alguns pontos tais como: a) qual a tensão que a máquina ou equipamento vai operar; b) se ela vai partir com carga ou não; c) se existe mais de uma máquina nesse local sendo acionada no mesmo intervalo de tempo, e outras.

A seguir apresentam-se algumas considerações sobre as partidas diretas, estrela triângulo e compensadora.

2.2.2 Partida de Direta

Na partida direta, através de uma chave de partida aplica-se a tensão da rede diretamente nos terminais do motor (FRANCHI, 2001).

As vantagens dessa partida são: partida ideal do ponto de vista do motor; acelera rapidamente a carga, fornece conjugado e corrente de partida pleno, custo reduzido, não tem limite no número de partidas por hora, componentes ocupam pouco espaço. As desvantagens são: provocação de picos de corrente na rede (corrente de partida), restrições por parte da concessionária, elevada corrente de partida, acentuada queda de tensão na rede, sobre dimensionamento do sistema de proteção (contatores e cabos). A figura 5 mostra o diagrama de potência e comando de uma partida direta.

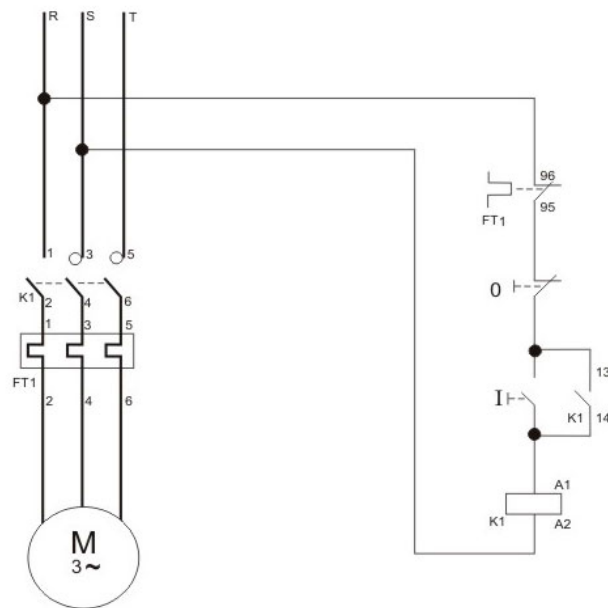


Figura 5 - Partida Direta
 Fonte: Site do Grupo ML

2.2.2 Estrela-Triângulo

A partida estrela-triângulo consiste no acionamento do motor com tensão reduzida, onde liga-se inicialmente o motor na configuração estrela, porém alimentado com a tensão da ligação triângulo. Após a aceleração até próximo da rotação nominal, comuta-se para a configuração triângulo. A partida deve ser dada com a máquina à vazio (sem carga).

A grande vantagem desse tipo de partida é a redução da corrente de partida, em aproximadamente 33% de seu valor para partida direta e a desvantagem é a redução do conjugado de partida, também em 33% de seu valor de partida direta.

Para configurar a partida estrela triângulo, o motor precisa ter 6 terminais e a segunda tensão deve ser 1,73 vezes maior do que a primeira (Ex: 220V/380V, 380V/660V).

A comutação de estrela para triângulo deve ocorrer entre 85 e 90% da rotação nominal, pois antes deste instante a corrente pode não atingir um valor aceitável (FRANCHI, 2001). A figura 6 mostra o diagrama de potência e comando de uma partida estrela-triângulo.

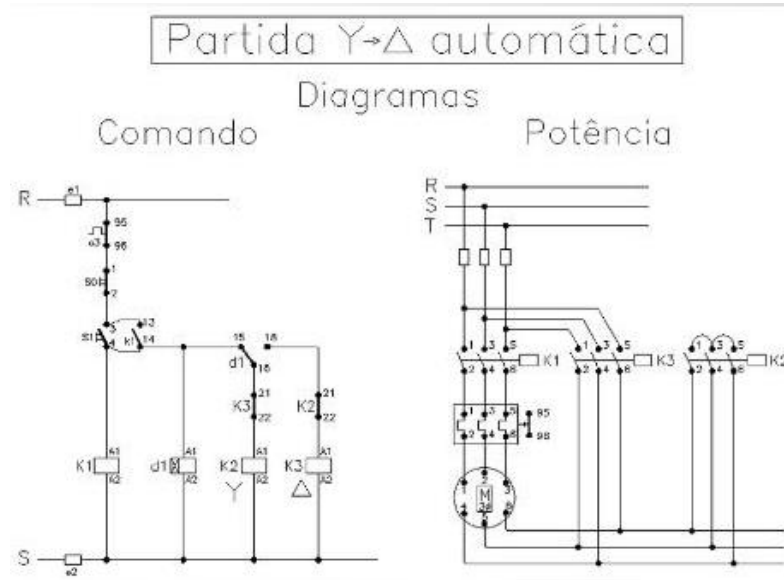


Figura 6 - Partida Estrela-Triângulo
Fonte: Site Soto Filhos

2.2.3 Partida Compensadora

Na partida compensadora há uma chave que alimenta o motor com tensão reduzida. A redução de tensão nos terminais (apenas durante a partida) é feita através da ligação de um autotransformador. Após o motor ter acelerado, seus terminais voltam a receber tensão nominal.

A chave de partida compensadora pode ser utilizada em motores que partem com carga. As partidas diretas, com chave compensadora ou com soft-starter aplicam-se aos motores trifásicos de tensões nominais comuns, com restrição aos casos de motores em 760 V. Todo motor traz o esquema para estas ligações impresso na placa de identificação (FRANCHI, 2001).

2.2.4 Inversor de Frequência

Há alguns anos, para obter um controle preciso de velocidade eram utilizados motores de corrente contínua, entretanto isso acarretava diversos problemas como custo do motor e necessidade de retificação da tensão de fornecimento para alimentar o motor. Com advento da eletrônica de potência, foram desenvolvidos uma série de dispositivos de controle de energia. Entre esses temos os inversores de frequência, os quais fazem um controle tão preciso e sofisticado dos motores de

corrente alternada que para a maioria dos casos, substitui o motor de corrente contínua (FRANCHI, 2001).

3 SISTEMAS DE AUTOMAÇÃO

Segundo Pires (2002) a automação industrial é uma técnica que pode ser usada para reduzir custos de produção e aumentar a qualidade dos produtos. Tal posição concorda plenamente com o objetivo do presente trabalho.

Castrucci e Moraes (2007) dizem que a palavra automação foi inventada pelo marketing da industrial de equipamentos na década de 1960. Ainda defende que a automação é entendida como qualquer sistema, apoiado em computadores, que substitua o trabalho humano e que vise a soluções rápidas e econômicas para atingir os objetivos complexos das indústrias e dos serviços.

Ainda segundo Castrucci e Moraes (2007), neste contexto do desenvolvimento da automação, surgiram os controladores lógicos programáveis, os CLPs, que tornaram a automação uma realidade. O CLP é um dispositivo digital que controla máquinas e processos, utilizando uma memória programável para armazenar instruções e executar funções específicas, como: controle de energização/desenergização, temporização, contagem, sequenciamento, operações matemáticas e manipulação de dados conforme ilustra a figura 7.

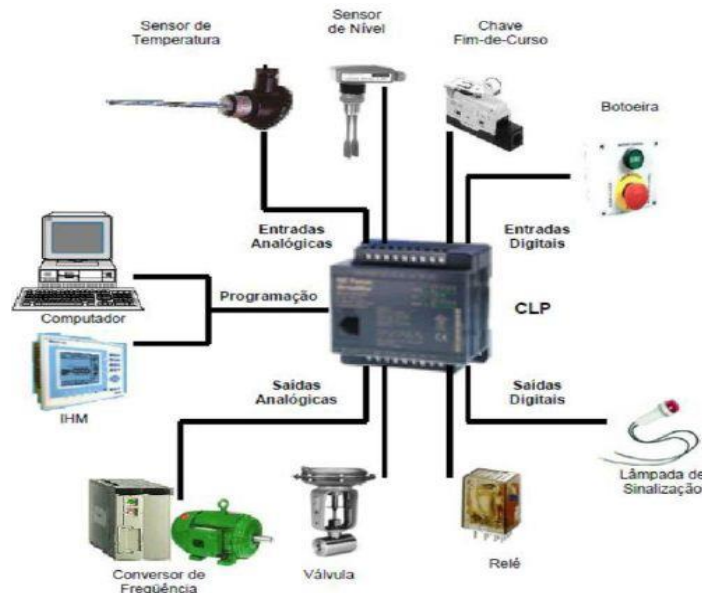


Figura 7 - Exemplo de utilização de CLP com várias entradas e saídas
Fonte: NETO (2009, p.3)

Natale (2002) descreve o funcionamento dos CLPs da seguinte maneira: As variáveis de entrada são coletadas por sensores, que informam a cada instante as condições em que se encontra o sistema sob controle. Esses sensores, que podem

ser uma haste fim de curso, um termostato, e outros, dão entrada no CLP em dado nível lógico e em função do programa instalado em sua memória, atuam no sistema por meio de suas saídas. As variáveis de saída do sistema executam, a cada instante, fechamentos de válvulas, acionamento de motores para executar um movimento, ou outros.

Devido à ampla gama de equipamentos e sistemas disponíveis para automação industrial, Silveira e Santos (2008) identificam três características básicas para identificar corretamente o CLP:

- O equipamento deve executar uma rotina cíclica de operação enquanto em funcionamento;
- A forma básica de programação deve ser realizada a partir de uma linguagem oriunda dos diagramas elétricos de relés;
- O produto deve ser projetado para operação em ambiente industrial sujeito a condições adversas.

Em relação às linguagens de programação, Castrucci e Moraes (2007) citam que as linguagens utilizadas em controladores programáveis são padronizadas pelo *International Electrotechnical Committee* (IEC), sendo a norma IEC 1131-3 *Programming Languages* a recomendada para o assunto. A classificação segundo a IEC 1131-2 está representada na tabela 1.

Tabela 1 - Classificação das linguagens de programação conforme IEC – 1131-3

Classes	Linguagens
Tabulares	Tabela de Descrição
Textuais	IL (<i>Instruction List</i>) ST (<i>Structured Text</i>)
Gráficas	LD (Diagrama de Relés) FBD (<i>Function Block Diagram</i>) SFC (<i>Sequential Flow Chart</i>)

Fonte: CASTRUCCI e MORAES (2007, p. 43).

Os tradicionais diagramas de lógica a relé tipo ladder têm sido amplamente utilizados pelos engenheiros e técnicos para desenhar e representar a lógica dos sistemas de comando. De fato, para os sistemas de controle de lógica combinacional, em que saídas ou ações dependem apenas das condições atuais das entradas, o diagrama lógico a relé é plenamente satisfatório. Porém, para

problemas nos quais as ações de comando são sequenciais, ou então dependentes do tempo, a modelagem lógica, representada unicamente com diagrama de relés, pode se tornar confusa e inviável, caso não se disponha de uma metodologia que represente o comportamento do sistema a se automatizar. (SILVEIRA, SANTOS, 2008)

Pires (2002) diz que a utilização de linguagens gráficas tem muitas vantagens, principalmente porque de alguma forma se aproximam da maneira como os homens representam o modelo de problemas, sendo um diagrama gráfico sequencial. Ainda diz que a automação de sistemas pode, em muitos casos, ser representada graficamente por:

- Um conjunto de etapas ou estados, às quais se associam ações;
- Transições entre etapas, determinadas por condições lógicas;
- Elementos de ligação que conferem orientação.

E este conjunto, apresentado segundo um diagrama gráfico sequencial é denominado GRAFCET. Castrucci e Moraes (2007) complementam que a linguagem GRAFCET é desenhada verticalmente e são compostas por passos, transições, arcos, ações qualificadas e expressões booleanas. Cada passo, ou etapa, representa um estado do sistema e se desenha como um retângulo, e cada transição são subordinados a uma condição, que satisfeita ativa o passo posterior e desativa o passo anterior. Na figura 8 Silveira e Santos (2008) exemplificam a estrutura do GRAFCET com seus elementos.

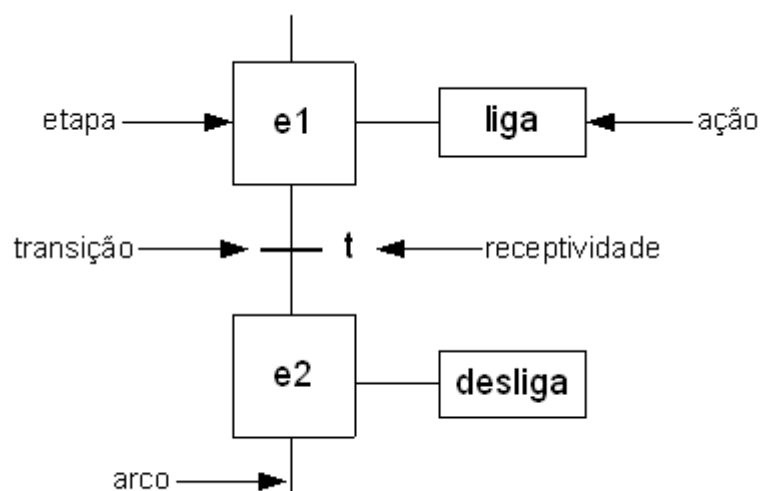


Figura 8 - Elementos de um GRAFCET
Fonte: Silveira e Santos (2008, p. 119)

De acordo com Pires (2002) uma etapa é um estado do sistema, e quando estão ativas as ações respectivas a este estado são executadas.

A etapa, ou passo inicial do programa é representado por um retângulo de traço duplo.

Já as transições, Castrucci e Moraes (2007) definem como uma barra que separa etapas sucessivas, e representam uma barreira que é superada quando um conjunto de condições lógicas é satisfeita. Essas condições lógicas, ou expressão booleana é chamada de receptividade da transição entre etapas.

Pires (2002) citam alguns tipos de transição: A transição sequencial quando sua equação lógica atendida habilita a próxima etapa e desabilita a etapa anterior, conforme ilustrado na figura 3 acima.

A transição divergente “OU” ocorre quando, pelo menos uma das condições B1 ou B2 se torna verdadeira, assim desabilita a etapa posterior, 4, e habilita as etapas 5 e/ou 6 correspondentes às transições verdadeiras ou atendidas, conforme figura 9.

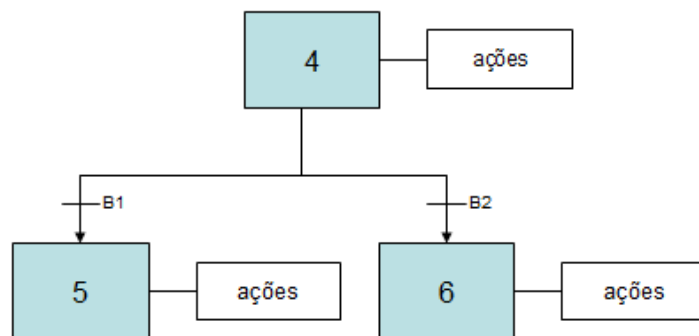


Figura 9- Transição divergência em “OU”
Fonte: Pires (2002, p. 244)

Ocorre a transição divergente em “E” quando a condição B se torna verdadeira e assim as etapas 8 e 9 são habilitadas simultaneamente e a etapa 7 é desabilitada, conforme figura 10.

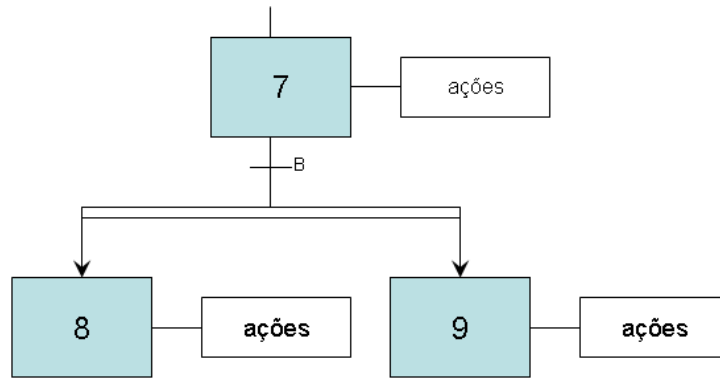


Figura 10- Transição divergência em "E"
 Fonte: Pires (2002, p. 244)

Também cita a transição convergência em "OU" que acontece quando, pelo menos uma das condições B1 ou B2 se torna verdadeira, assim as etapas 3 e 4 são desabilitadas e a etapa 5 é habilitada conforme ilustra a figura 11.

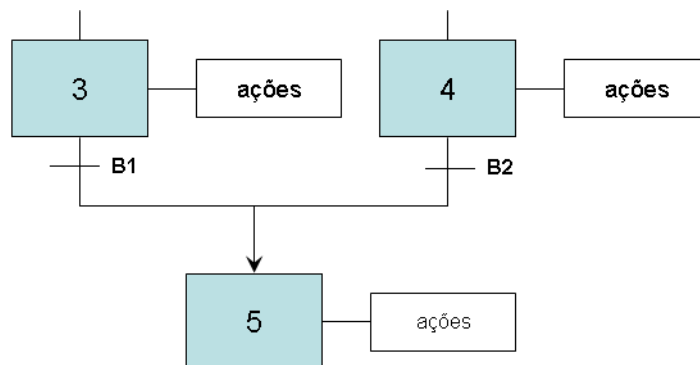


Figura 11- Transição convergência em "OU"
 Fonte: Pires (2002, p. 245)

E ainda mostra a transição convergência em "E" que ocorre quando a condição B se torna verdadeira, desabilitando as etapas 8 e 9 e habilitando a etapa 10, conforme ilustra a figura 12.

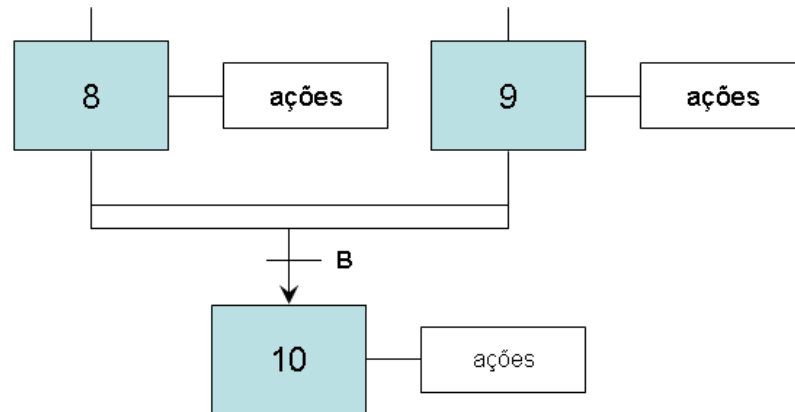


Figura 12- Transição convergência em "E"
 Fonte: Pires (2002, p. 245)

“A modelagem na solução de um problema via grafcet e a respectiva implantação do programa de controle no CLP, são tarefas equivalentes a análise do sistema e a programação de computador, amplamente utilizada em informática” (SILVEIRA e SANTOS, 2007, p. 147). Silveira e Santos (2007) ainda dizem que cada um dos elementos do grafcet, transições, etapas e ações, podem ser especificados na programação do CLP em linguagem de relés isento se erros. Sendo que as dificuldades inerentes à formação da sequência lógica do programa tornam-se transparentes, fazendo a implementação de forma prática e funcional. Silveira e Santos (2007) apresentam uma metodologia de implementação do programa em *ladder* a partir do grafcet conforme mostrado a seguir.

No diagrama de relés deve-se visualizar o grafcet sendo subdividido em três partes: Uma responsável pelas transições – maior fluxo do processo, outra responsável pela sequencialização das etapas, e outra que realizará as ações operativas consequentes de cada etapa ativa do grafcet.

Devido à característica sequencial da solução das saídas no circuito de controle de um Grafcet, ocorre que a disposição dos ramos, no programa CLP, pode afetar sobremaneira o comportamento final obtido. Casos críticos dessa natureza ocorrem principalmente com intravamentos oriundos de sinais com natureza impulsional. Por isso, essas partes do programa devem, necessariamente, estar dispostas conforme o seguinte critério: primeiro as transições, depois as etapas e por último as ações. (SILVEIRA e SANTOS, 2007, pg. 148)

A figura 13 ilustra o que foi exposto acima.

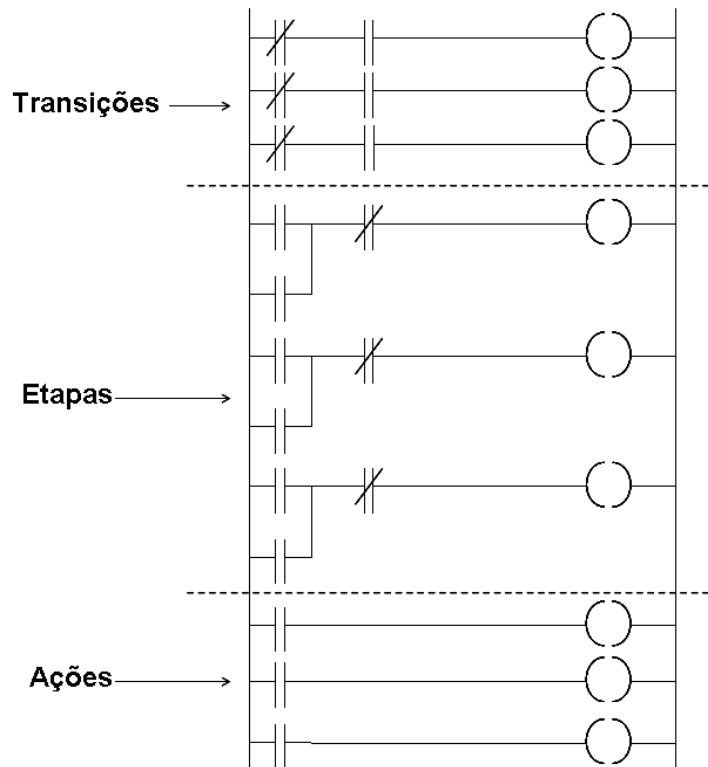


Figura 13 - Diagrama de contatos implementado a partir de um Grafcet
 Fonte: Silveira e Santos (2007) pg. 149

Cada uma dessas partes do programa é facilmente obtida a partir do Grafcet. Define-se uma tabela que relaciona a função lógica combinacional de cada transição com as entradas e uma tabela com as ações do processo com as saídas. Da mesma forma definem-se as tabelas para memorização do estado das etapas bem como das transições. Com todas as relações definidas é desenvolvido o diagrama de contatos referentes às transições com base na sua função lógica. Depois é desenhado o diagrama das etapas, na forma de SET e RESET, com base nas memórias de atendimento de cada transição. E por último as saídas de cada estado do sistema que compõem as ações são acionadas conforme a respectiva memória da etapa é habilitada.

3.1 CONTROLADOR LÓGICO PROGRAMÁVEL (CLP)

Os Controladores Lógicos Programáveis (CLPs) são equipamentos eletrônicos utilizados em sistemas de automação flexíveis. São ferramentas de trabalho muito úteis e versáteis para aplicações em sistemas de acionamentos e controle e, por isso, utiliza-se em grande escala no mercado industrial.

Eles permitem desenvolver e alterar facilmente a lógica para acionamento das saídas em função das entradas. Desta forma, é possível associar diversos sinais de entrada para controlar diversos atuadores ligados nos pontos de saída.

O CLP é um dispositivo eletrônico-digital capaz de armazenar instruções de funções específicas, tais como: lógicas, sequências, temporizações, contagens e aritméticas, com o objetivo de controlar máquinas e processos (BOLTON, 2009). A primeira experiência com um controle de lógica que poderia ser denominada de CLP foi realizada em 1968, na divisão de hidramáticos da empresa “General Motors Corporation” (SILVEIRA; SANTOS, 2008). A estrutura do CLP pode ser dividida em três partes: entrada, processamento mais a memória e saída.

O presente trabalho realizará a programação de um CLP modelo da ABB PM 864A com 15 cartões entradas DI, 09 saídas DO, 15 entradas analógicas AI e 15 saídas analógicas AO.

3.1.1 Vantagens na Utilização do CLP

Vantagens atribuídas ao uso do CLP, segundo Groover (2008) são:

- Menor espaço;
- Menor consumo de energia elétrica;
- São reutilizáveis;
- São programáveis;
- Tem maior confiabilidade;
- Maior flexibilidade;
- Interfaces de comunicação com outros CLPs e computadores.
- Programar o CLP é mais fácil do que conectar cabos no painel do controle dos relés;

- O CLP pode ser reprogramado, enquanto os controladores por relé necessitam que as conexões dos cabos sejam refeitas;

Para Silveira e Santos (2008) as principais vantagens do CLP são:

- a. Permitir fácil diagnóstico de funcionamento ainda na fase de projeto do sistema e/ou de reparos em falhas que venham a ocorrer durante a sua operação;
- b. Ser instalado em cabines reduzidas devido ao pequeno espaço físico exigido;
- c. Ser facilmente reprogramado sem necessidade de interromper o processo produtivo (programação on-line);

3.1.2 Arquitetura do CLP

Segundo Silveira e Santos (2007) um CLP é basicamente composto por dois elementos principais:

- a. Uma unidade central de processamento (CPU) ou processador; Ser facilmente reprogramado sem necessidade de interromper o processo produtivo (programação on-line);
- b. Interfaces para sinais de entrada (sinais externos recebidos pelo controlador por meio de portas de entrada, oriundos de fontes pertencentes ao processo controlado ou de comandos gerados pelo operador, e.g. sensores, chaves botoeiras, entre outros) e de saída (dispositivos controlados por cada porta de saída do controlador, usados para intervenção direta no processo controlado ou para sinalização de estado em painel sinótico, e.g. contadores, válvulas, lâmpadas, displays, entre outros), também chamada de sinal de entrada e sinal de saída (I/O). Groover (2008) e ABB (2013) adicionam ainda, como componentes básicos do CLP:
- c. Unidade de memória, que armazena todas as informações necessárias para o programa do controlador;
- d. Fonte de energia, que é responsável por transformar a tensão de rede de energia a qual o CLP está conectado (110 v ou 220 v com corrente alternada) em +/- 5 v, 24 v, etc., com corrente contínua;
- e. Equipamentos de programação, que é onde o programa do CLP é desenvolvido.

A CPU é o elemento central do controlador, ela é a inteligência do sistema, composto pelo processador e sistema de memória. É a CPU a responsável por armazenar as informações lógicas do CLP e executá-las (GEORGINI, 2007).

Os sinais de entradas e saídas do controlador, segundo Georgini (2007) são os responsáveis pela comunicação entre CPU e os dispositivos, sensores e atuadores, e podem ser do tipo analógico ou digital. Os sinais analógicos são também chamados de sinais contínuos, pois possuem infinitos valores dentro de um intervalo qualquer de tempo, e operam por meio do sistema decimal de unidades e os sinais digitais são chamados também de sinais discretos, pois operam pelo sistema binário (ou seja, ou sinal está ativo, com nível lógico igual a um, ou o sinal está inativo, com nível lógico igual a zero), segundo Silveira e Santos (2007).

O CLP possui um número limitado de portas de entradas e portas de saída, portanto para se poder conectar um número maior de equipamentos ao controlado faz-se necessário a integração de módulos de expansão (CAPELLI, 2007). Os módulos de expansão de I/O possuem entradas e/ ou saídas que podem ser digitais e/ ou analógicas e são instalados junto à CPU do controlador, permitindo que mais equipamentos possam ser controlados pelo mesmo CLP. A figura 14 apresenta um exemplo de um CLP composto de uma fonte, CPU e 15 módulos de entrada digital, 15 de saídas digitais, 15 entradas analógicas e 15 saídas analógicas.



Figura 14- Painel com CLP
Fonte: Autor

Segundo Groover (2008), em 1992 a *International Electrotechnical Commission* publicou um padrão para programação de CLPs, incluindo o Padrão Internacional para controladores programáveis” (IEC 1131-3), e essa norma especifica três linguagens gráficas e duas linguagem baseadas em texto para a programação dos CLPs, são elas:

- Diagrama *ladder*: A mais usada linguagem de programação do CLP (GROOVER, 2008). Segundo Georgini (2007) é uma linguagem gráfica que possui símbolos semelhantes aos contatos elétricos, consistindo, basicamente, de duas barras verticais interligadas pela lógica de controle, supondo-se uma diferença de potencial entre elas tendo a bobina (sinal de saída) acionada quando os contatos de lógica permitem a passagem desta corrente (dependendo dos sinais de entrada) pela linha (ou *rung*);
- Diagrama de função de bloco: Linguagem gráfica onde instruções são compostas de blocos operacionais, permitindo o uso de instruções de alto nível. Cada bloco possui uma ou mais entradas e uma ou mais saídas, quando os sinais de entrada do bloco são tal desejados os sinais de saída do bloco são acionados (GROOVER, 2008).
- Diagrama funcional sequencial: também chamado de GRAFCET. Apresentam, de forma gráfica, as funções sequenciais de um sistema automático, como uma série de passos e transições de um estado do sistema par outro e é adotado como padrão de documentação de controle lógico e sequencial na maior parte da Europa (GROOVER, 2008). Segundo Georgini (2007) é uma linguagem de fácil entendimento para elaborar soluções em problemas sequenciais de controle discreto;
- Lista de instruções: linguagem textual programada em linguagem de baixo nível para construir o diagrama ladder aplicando declarações que especificam os vários componentes e suas relações para cada linha (ou *rung*) do diagrama ladder (GROOVER 2008).
- Texto estruturado: linguagem textual programada em linguagem de alto nível, capaz de processar e calcular dados de valores binários e também não binários (GROOVER, 2008).

3.1.3 Redes Industriais

As redes, na atualidade, são indispensáveis na automação pelas facilidades que oferecem na comunicação e em função do domínio que se possui sobre elas. Hoje sabemos quando um sensor deixou de atuar e as causas que o levaram a isso (NATALE, 2002).

O PROFIBUS é um padrão aberto de rede de comunicação industrial, utilizado em um amplo espectro de aplicação em automação da manufatura, de processos e predial. Sua total independência de fabricantes e sua padronização são garantidas pelas normas EN50170 e EN50254. Com o PROFIBUS, dispositivos de diferentes fabricantes podem comunicar-se sem a necessidade de qualquer adaptação na interface (BARATELLA, 2011).

O PROFIBUS pode ser usado tanto em aplicações com transmissão de dados em alta velocidade como em tarefas complexas e extensas de comunicação. Através de seu contínuo esforço de desenvolvimento tecnológico, o PROFIBUS é um sistema de comunicação industrial mais bem preparado para o futuro (BARATELLA, 2011).

O PROFIBUS oferece diferentes protocolos de comunicação (Communication Profile): DP e FMS, de acordo com aplicação, pode-se utilizar como meio de transmissão (*Physical Profile*) qualquer um dos seguintes padrões: RS-485, IEC 61158 ou Fibra Ótica. (BARATELLA, 2011).

3.1.4 QC PRO

O QC Pro ECAD é um software para projeto e manutenção de Quadros de Comando, utilizado para projetar dispositivos que necessitam de distribuição de energia elétrica. Este tipo de software tem como principal função facilitar os trabalhos de elaboração e estruturação de projetos elétricos. O QC Pro ECAD é baseado no padrão DWG e trabalha integrado com sistemas CAD 3D e sistemas de gestão empresarial. Possui recursos como banco de dados, bibliotecas de símbolos, geração automática de listas, referências cruzadas de contatos e numeração automática de fios, além de automatizar detalhes operacionais e tarefas dos projetistas. É desenvolvido pela SKA. QC Pro ECAD 2010 utiliza tecnologia desenvolvida pela Graebert GmbH, a mesma companhia escolhida pela *Dassault*

Systemes para a sua nova aplicação *DraftSight®*. Um novo produto CAD 2D que oferece para usuários profissionais de CAD, estudantes e educadores um jeito mais fácil de criar, editar e visualizar arquivos no formato DWG.(SKA, 2013).

3.1.5 Sistemas Supervisórios

Quando se trabalha com sistemas automatizados complexos, surge a necessidade de se criar uma interface de maneira a facilitar o trabalho da equipe encarregada da operação do sistema. Nos trabalhos de implantação e teste, é muito difícil avaliar o que está acontecendo pela análise do funcionamento da planta, diretamente pelo programa de CLP (CASTRUCCI, 2001).

Assim surge a necessidade da Criação de uma interface amigável (eficiente e ergonômica), que o mercado tem designado por Sistema Supervisório ou Interface Homem- Máquina (IHM). Seu objetivo é permitir a supervisão e muitas vezes o comando de determinados pontos da planta automatizada (MORAES, 2002).

4 DESENVOLVIMENTO

4.1 SISTEMA DEFINIDO

Na automação do sistema de cavaco foram utilizados os seguintes equipamentos:

CLP: CPU modelo PM864 ABB, toda lógica e comunicação com os periféricos foram desenvolvida internamente, não gerando custo para empresa no desenvolvimento dos algoritmos. A CPU contém dois módulos de comunicação, sendo um para a cabeça de rede da remota, onde recebe os dados de campos, como sinais analógicos e digitais. E o outro módulo recebe as informações do inversor de frequência ABB ACS550 conforme é mostrado na figura 15.



Figura 15- CPU Modelo PM864 ABB
Fonte: Autor

Remota de Campo: Os módulos de entrada e saída é do fabricante WAGO e a comunicação com módulos é feita em Profibus, onde utiliza os seguintes módulos de I/Os conforme figura 16.



Figura 16 - Remota de Cavaco
Fonte: Autor

Cabeça de rede modelo 750-333 Profibus DP/V1 12 Mbaud; para modelos de entrada e saídas analógicas conforme figura 17.



Figura 17- Módulo cabeça de rede Profibus Wago 750-333
Fonte: Manual Wago

Entrada digital: Módulo de oito canais de entrada digital; 24 VDC, 3,0 ms; comutação rápida; conexão de 1 condutor, modelo Wago 750-430 conforme figura 18.



Figura 18- Módulo de entrada digital Wago 750-537.
Fonte: Manual Wago

Saída digital: Módulo de oito canais digitais de saída, 24 VDC, 0,5 A; comutação rápida; protegido de curto-circuito, com diagnóstico, modelo Wago 750-537 conforme figura 19.



Figura 19- Módulo Saída digital wago 750-537.
Fonte: Manual Wago

Entrada analógica: Módulo de quatro entradas analógicas; 4-20 mA, modelo wago 750-455 conforme figura 20.



Figura 20- Módulo Entrada Analógica Wago 750-455
Fonte: Manual Wago

Saída Analógica Módulo de quatro saídas analógicas; 4-20 mA, modelo Wago 750-555, conforme a figura 21.



Figura 21- Modulo Saída analógica Wago 750-555
Fonte: Autor

Montagem dos cartões, conforme figura 22.

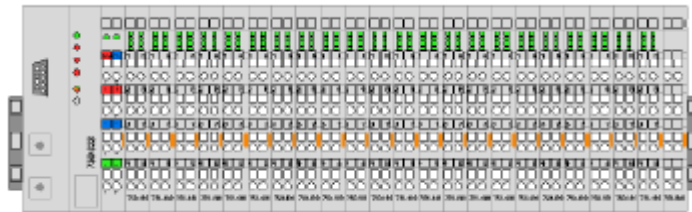


Figura 22- Estrutura de Montagem dos módulos
Fonte: Manual Wago

A primeira etapa do método utilizado é a realização da programação do CLP utilizando linguagem GRAFCET, O programa desenvolvido pode ser visto nas figuras 23 e 24.

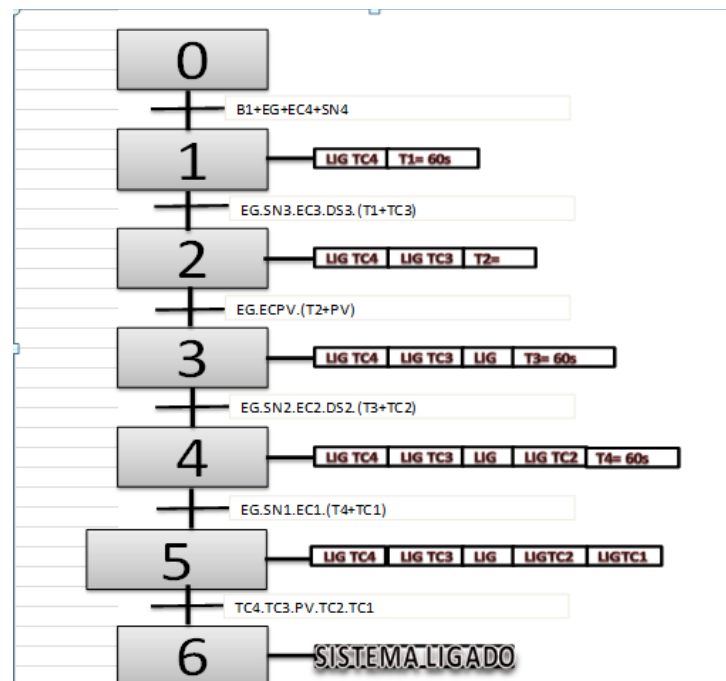


Figura 23- GRAFCET Desenvolvido
Fonte: Autoria própria

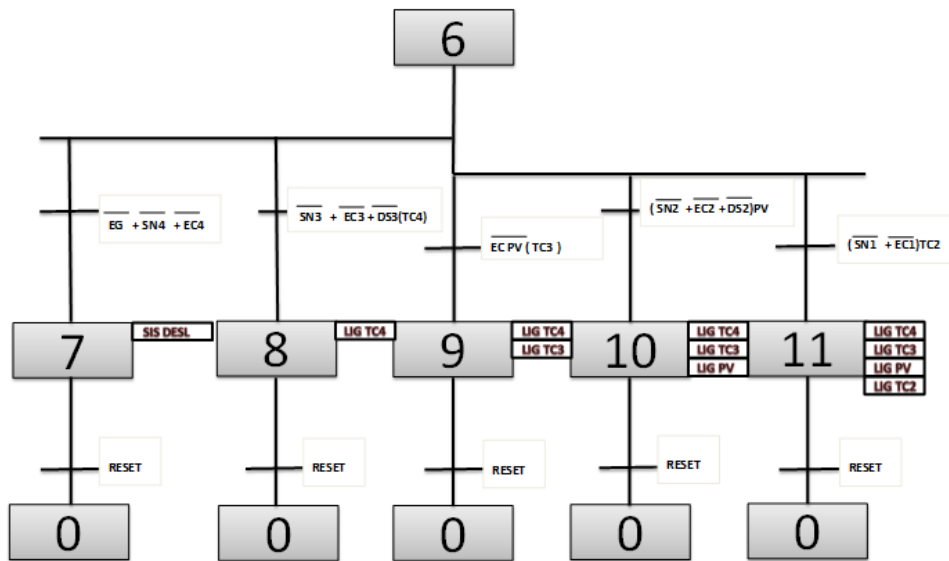


Figura 24- GRAFCET desenvolvido
Fonte: Autoria própria

4.2 ETAPAS DO GRAFCET

Na tabela 02 abaixo é possível verificar as informações do GRAFCET desenvolvido, apresentado nas figuras 23 e 24.

Tabela 2 - GRAFCET desenvolvido

TAG	Componente
B1	Botão liga
EG	Emergência Geral
EC4	Emergência campo TC4
SN4	Sensor de nível TC4
T1	Temporizador liga TC3
SN3	Sensor de nível TC3
EC3	Emergência campo TC3
DS3	Sensor desalinhamento TC3
T2	Temporizador liga PV
SN2	Sensor de nível TC2
DS2	Sensor desalinhamento TC2
T3	Temporizador liga TC2
SN1	Sensor de nível TC1
EC1	Emergência de campo TC1

O próximo passo da metodologia utilizada é a conversão do programa que está na linguagem de grafcet, para a linguagem de diagrama ladder e depois para function block diagram (FBD), como na figura 25 mostra alguns blocos usados na programação do setor de cavaco.

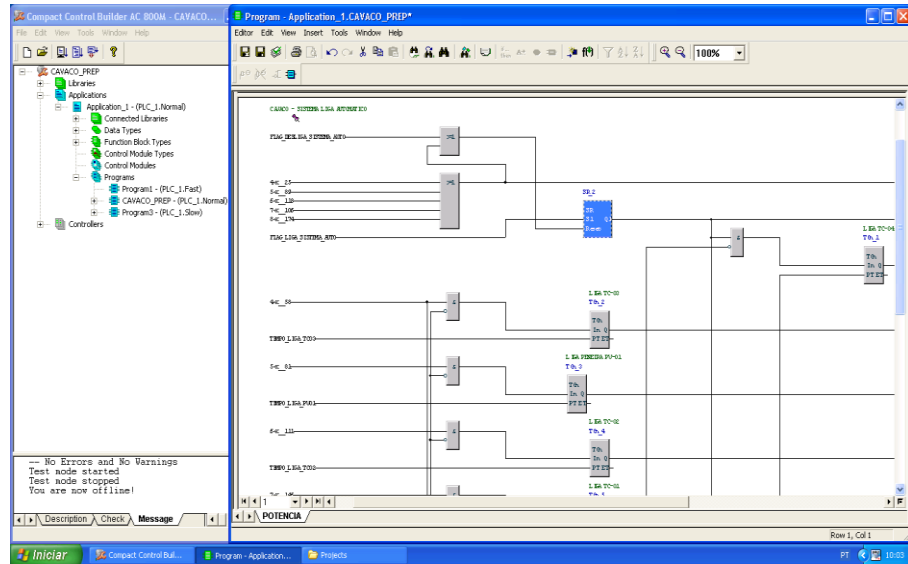


Figura 25 - Liga e desliga automático.

Fonte: Autoria própria

Acionamento do Triper onde todo o processo automático ou manual será iniciado a partir da operação dos colaboradores do setor de cavaco. Conforme figura 26 foi inserido um bloco de partida do motor com sinais de entrada e saída para monitoração de suas possíveis falhas.

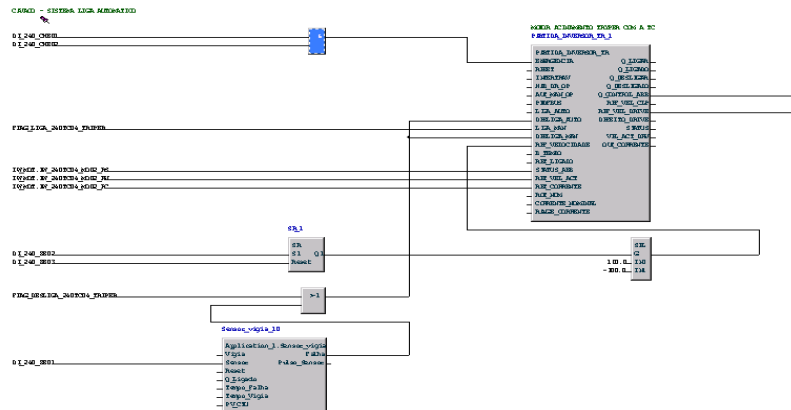


Figura 26 - Liga e desliga Triper.

Fonte: Autoria própria

Acionamento da esteira TC4 inicializa todo processo após de liberação dos status do motor Triper estar com todas as condições liberadas, ligando a esteira TC4 conforme figura 27 foi inserido um bloco de partida do motor com sinais de entrada e saída para monitoração de suas possíveis falhas e um bloco lógico do sensor vigia de rotação caso tenha alguma falha no motor.

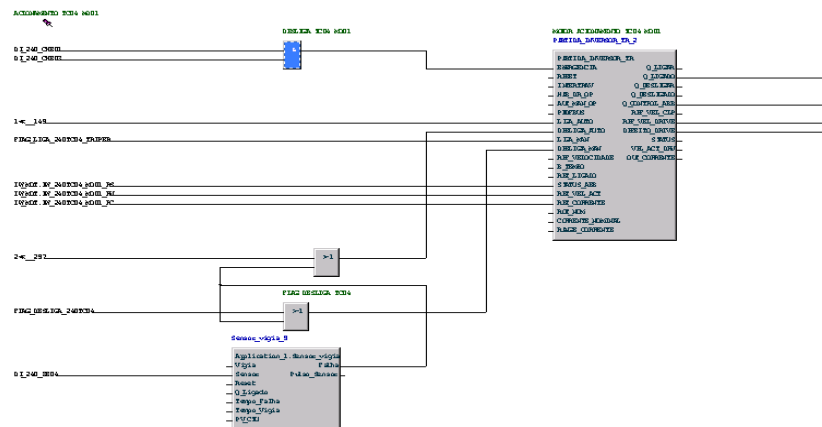


Figura 27 - Liga e desliga TC4.

Fonte: Autoria própria

Acionamento da esteira TC3 inicializa todo processo após de liberação dos status do motor TC4 estar com todas as condições liberadas, ligando a esteira TC3 conforme figura 28 foi inserido um bloco de partida do motor com sinais de entrada e saída para monitoração de suas possíveis falhas e um bloco lógico do sensor vigia de rotação caso tenha alguma falha no motor.

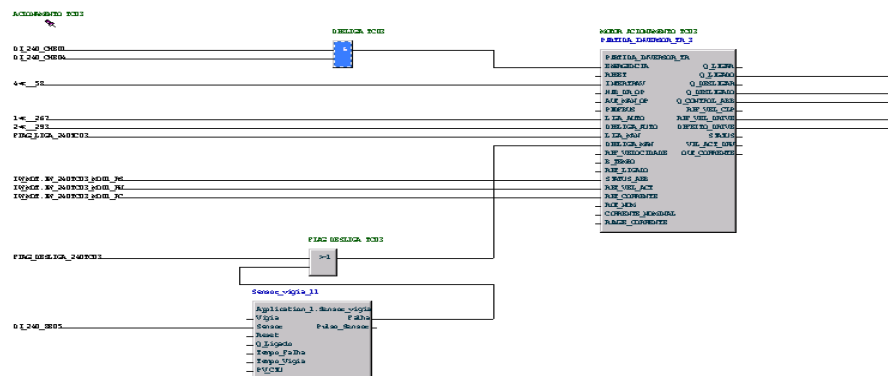


Figura 28- Liga desliga TC3

Fonte: Autoria própria

Acionamento da peneira PV inicializa todo processo após de liberação dos status do motor TC3 estar com todas as condições liberadas, ligando a peneira PV conforme figura 29 foi inserido um bloco de partida do motor com sinais de entrada e saída para monitoração de suas possíveis falhas e um bloco lógico do sensor vigia de rotação caso tenha alguma falha no motor.

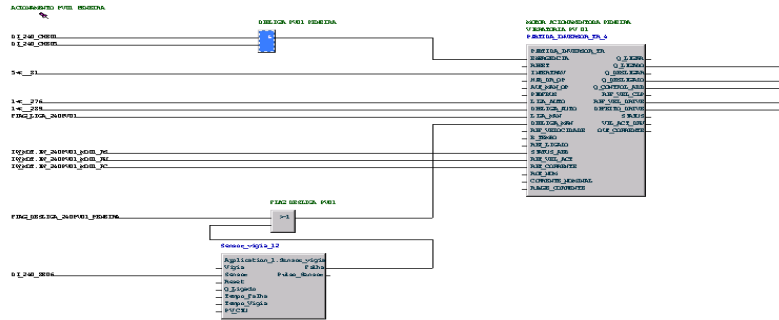


Figura 29- Liga desliga peneira PV
 Fonte: Autoria própria

Acionamento da esteira TC2 inicializa todo processo após de liberação dos status do motor da peneira PV estar com todas as condições liberadas, ligando a esteira TC2 conforme figura 30 foi inserido um bloco de partida do motor com sinais de entrada e saída para monitoração de suas possíveis falhas e um bloco lógico do sensor vigia de rotação caso tenha alguma falha no motor.

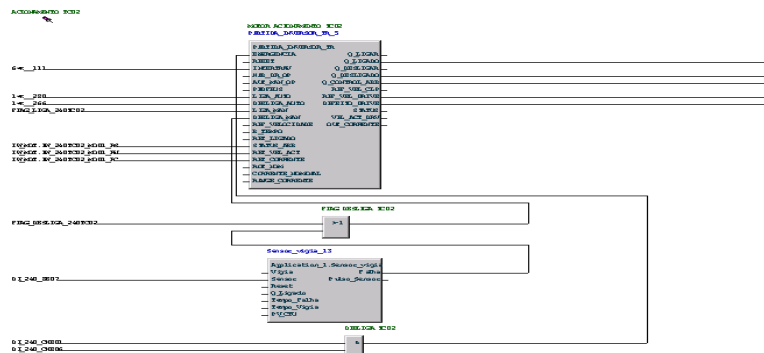


Figura 30- Liga e desliga TC2.
 Fonte: Autoria própria

Acionamento da esteira TC1 inicializa todo processo após de liberação dos status do motor da esteira TC2 estar com todas as condições liberadas, ligando a esteira TC1 conforme figura 31 foi inserido um bloco de partida do motor com sinais de entrada e saída para monitoração de suas possíveis falhas e um bloco lógico do sensor vigia de rotação caso tenha alguma falha no motor.

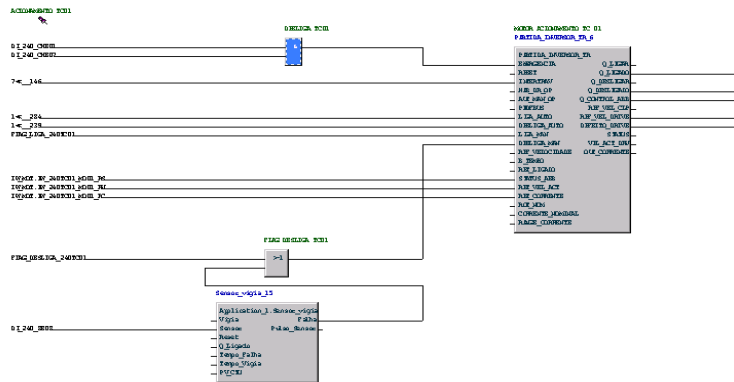


Figura 31- Liga e desliga TC1.

Fonte: Autoria própria

Acionamento das moegas 4 e 3 será realizado após liberação da TC1 manualmente conforme a programação do processo, para que não haver entupimento na entrada da esteira TC1. Na figura 32 mostra os blocos lógicos usados para partida dos motores.

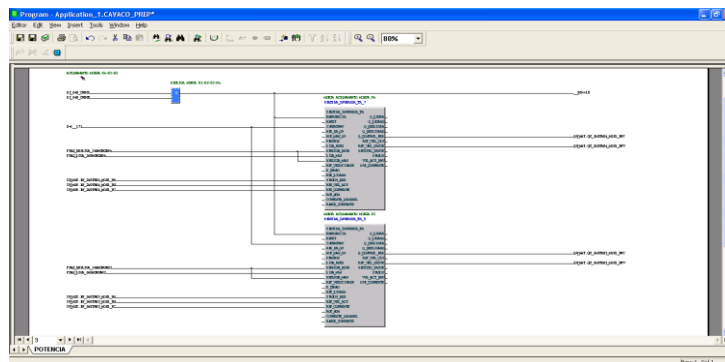


Figura 32- Liga e desliga moega 4 E 3

Fonte: Autoria própria

Acionamento das moegas 1 e 2 será realizado após liberação da TC1 manualmente conforme a programação do processo, para que não haver entupimento na entrada da esteira TC1. Na figura 33 mostra os blocos lógicos usados para partida dos motores.

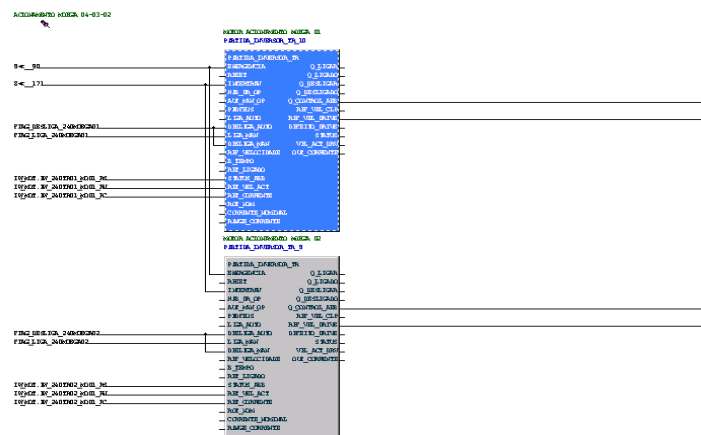


Figura 33- Liga e desliga moega 2 E 1

Fonte: Autoria própria

4.3 LINGUAGEM DE TEXTO ESTRUTURADO

Como já comentado por ser tratar de uma linguagem de alto nível, a vantagem da linguagem ST desenvolvida no CLP *Control Builder* pode ser usada como biblioteca para várias etapas da aplicação, não sendo necessário o desenvolvimento da lógica novamente, sendo assim só ir à biblioteca e inserir o bloco que desenvolvida em ST na aplicação.

Antes de fazer o *download* (transferência da aplicação para CLP) para evitar possíveis falhas ou erros, existe uma função no *control builder* que é a transferência em modo teste. Onde pode se fazer a simulação da lógica para evitar erros conforme figura 34.

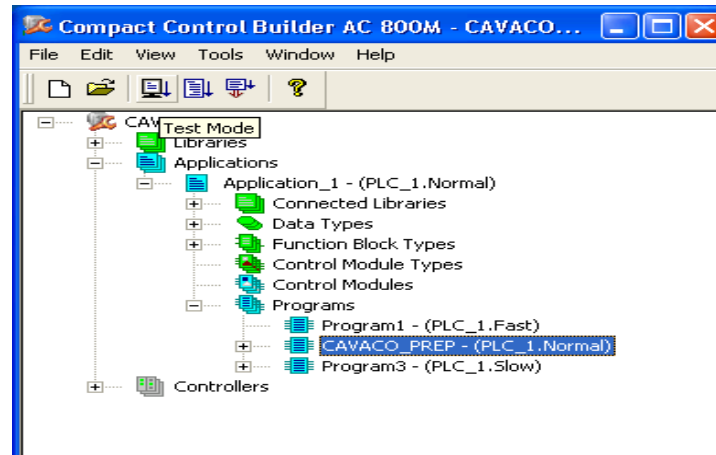


Figura 34- Área de Trabalho do Programa *Control Builder*
Fonte: Autoria própria

O modo teste é uma simulação em tempo real de como se comportaria o algoritmo de controle desenvolvido no CLP.

Para criação de um Bloco de função existem algumas variáveis no programa que precisam ser declaradas para não haver erros de compilação (programa verifica erros). O bloco de funções permite criar biblioteca de blocos, com isso pode se usar o mesmo bloco, mas com nomes diferentes para varias aplicações, com isso ganha se tempo de programação. Como pode ser visto na figura 35 o bloco criado na biblioteca e usado na aplicação e mostra a simulação do bloco em modo teste.

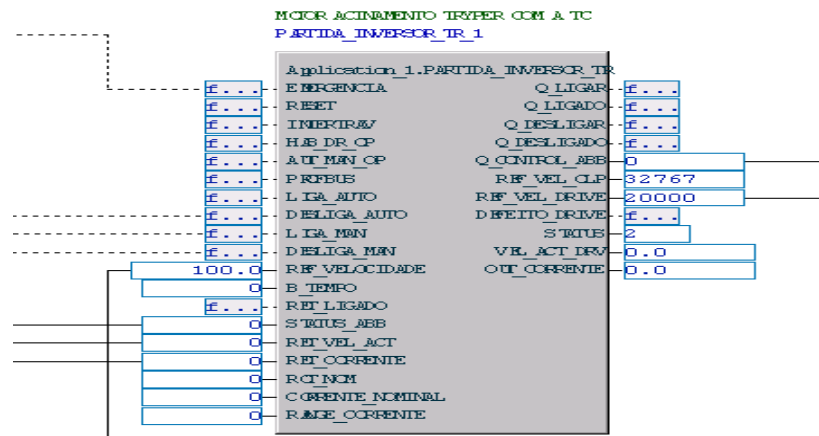
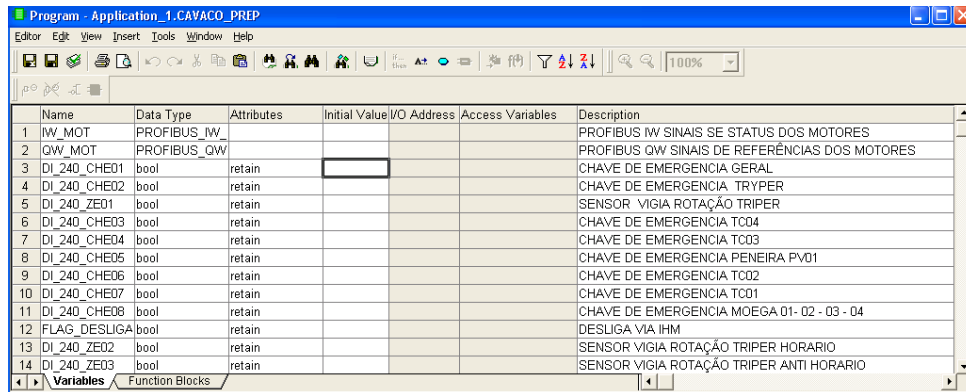


Figura 35- Simulação de um bloco de função
Fonte: Autoria própria

4.3.1 Declaração das Variáveis

Telas do programa *control builder* onde declararam todas as variáveis usadas no processo, conforme figura 36.



Name	Data Type	Attributes	Initial Value	I/O Address	Access Variables	Description
1 IW_MOT	PROFIBUS_IW					PROFIBUS IW SINAIS SE STATUS DOS MOTORES
2 QW_MOT	PROFIBUS_QW					PROFIBUS QW SINAIS DE REFERÊNCIAS DOS MOTORES
3 DI_240_CHE01	bool	retain				CHAVE DE EMERGENCIA GERAL
4 DI_240_CHE02	bool	retain				CHAVE DE EMERGENCIA TRIPER
5 DI_240_ZEO1	bool	retain				SENSOR VIGIA ROTAÇÃO TRIPER
6 DI_240_CHE03	bool	retain				CHAVE DE EMERGENCIA TC04
7 DI_240_CHE04	bool	retain				CHAVE DE EMERGENCIA TC03
8 DI_240_CHE05	bool	retain				CHAVE DE EMERGENCIA PENEIRA PV01
9 DI_240_CHE06	bool	retain				CHAVE DE EMERGENCIA TC02
10 DI_240_CHE07	bool	retain				CHAVE DE EMERGENCIA TC01
11 DI_240_CHE08	bool	retain				CHAVE DE EMERGENCIA MOEGA 01- 02 - 03 - 04
12 FLAG_DESLIGA	bool	retain				DESLIGA VIA IHM
13 DI_240_ZEO2	bool	retain				SENSOR VIGIA ROTAÇÃO TRIPER HORARIO
14 DI_240_ZEO3	bool	retain				SENSOR VIGIA ROTAÇÃO TRIPER ANTI HORARIO

Figura 36- Declaração de variáveis no *control builder*

Fonte: Autoria própria

Parâmetros: São os nomes dados de entrada e saídas do bloco.

Variáveis: São os nomes dado as variáveis usadas no desenvolvimento do programa.

Bloco de Função: são os nomes dado aos blocos da biblioteca do próprio CLP, como exemplos temporizadores, contadores etc.

4.4 CHAVES DE EMERGÊNCIA

Chave de emergência para correia transportadora acionamento lateral modelo HDE- 512/E/D.

Objetivo deste modelo de chave é a parada do equipamento, onde o operador terá que se direcionar até o campo para visualizar ocorrido e rearme da mesma.

O sistema atual está fora da norma de segurança, pois quando atuado o sistema para e da condição para ligar novamente o que pode levar a um acidente que poder ser evitado com a substituição por este modelo.

Conforme NBR 41.154, especifica medidas de segurança, incorporadas aos equipamentos que objetivam a prevenção da partida inesperada da máquina para

permitir intervenções humanas seguras em zonas de perigo. Aplica-se a partidas inesperadas como paradas de emergência de todos os tipos de fontes de energia, como por exemplo: fornecimento de energia, elétrica, hidráulica, pneumática; energia acumulada através gravidade, molas comprimidas; influencias externa conforme figura 37.



Figura 37- Chave de emergência
Fonte: Autoria própria

4.5 ERGONOMIA

Visando melhoria na parte ergonômica e bem estar operacional, será montada uma IHM interface operacional de forma a ficar de frente com a janela onde operação visualiza todo o processo de forma ergonomicamente correta e bem estar operacional.

Conforme NR-17 ergonomia, visa estabelecer parâmetros que permitam a adaptação das condições de trabalho às condições psicofisiológicas dos trabalhadores, de modo a proporcionar um máximo de conforto, segurança e desempenho eficiente. A NR 17 tem sua existência jurídica assegurada, em nível de legislação ordinária, nos artigos 198 e 199 da CLT.

4.6 DESENHOS ELÉTRICOS

Conforme já visto no item 3.1.4 os desenhos foram criados no software QC PRO, devido padrões da empresa Trombini Embalagens conforme figura 38 da capa do projeto cavaco.

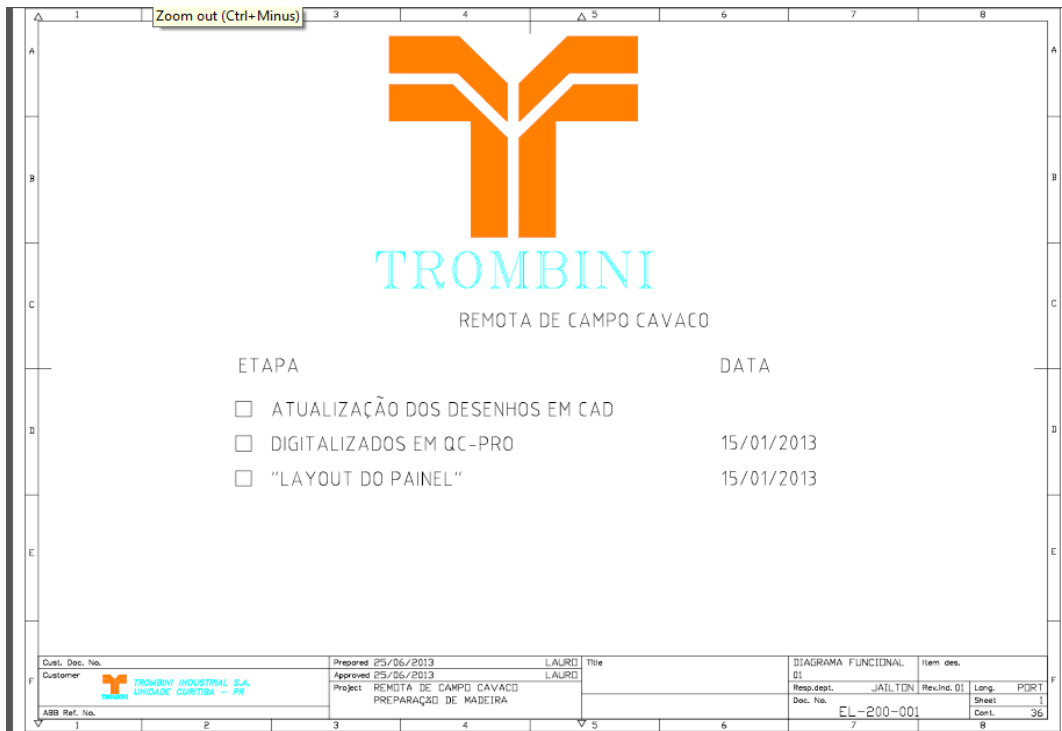


Figura 38- Capa do projeto
Fonte: Autoria própria

A figura 39 apresenta a simbologia dos componentes existentes nos desenhos referentes ao projeto de cavaco da Empresa Trombini Embalagens.

SÍMBOLO	DESCRIÇÃO	SÍMBOLO	DESCRIÇÃO	SÍMBOLO	DESCRIÇÃO	SÍMBOLO	DESCRIÇÃO
	JUNÇÃO DE CONDUTORES		CONTATO NORMALMENTE ABERTO		SENSOR FOTOELÉTRICO 2 FIOS CONTATO NORMALMENTE ABERTO		FIM-DE-CURSO MECÂNICA CONTATO NORMALMENTE ABERTO
	BORNE		CONTATO NORMALMENTE FECHADO		SENSOR FOTOELÉTRICO 2 FIOS CONTATO NORMALMENTE FECHADO		FIM-DE-CURSO MECÂNICA CONTATO NORMALMENTE FECHADO
	CONECTOR PLUG-SOQUETE (MACHO-FEMEA)		CONTATO REVERSOR DE RELÉ		SENSOR FOTOELÉTRICO 3 FIOS CONTATO NORMALMENTE ABERTO		PRESSOSTATO
	BORNE FUSÍVEL SEM LED		CHAVE COMUTADORA NA		SENSOR FOTOELÉTRICO 3 FIOS CONTATO NORMALMENTE FECHADO		TERMOSTATO
	BORNE FUSÍVEL COM LED		BOTÃO DE IMPULSO		TRANSFORMADOR TRIFÁSICO		FLUXOSTATO
	FUSÍVEL DE VIDRO		BOTÃO DE IMPULSO NA ILUMINADA		TRANSFORMADOR MONOFÁSICO DE COMANDO		SUPRESSOR RC
	FUSÍVEL DIAZED / NH		CHAVE COMUTADORA DE 2 POSIÇÕES		TRANSFORMADOR DE CORRENTE		FILTRO DE LINHA
	FUSÍVEL COM CONTATO PARA ALARME		CHAVE COMUTADORA DE 3 POSIÇÕES		TRANSFORMADOR DE PARTIDA		MALHA DE BLINDAGEM
	DISJUNTOR TERMOMAGNÉTICO		CHAVE COMUTADORA DE 3 POSIÇÕES COM RETORNO AO CENTRO		MOTOR DE INDUÇÃO TRIFÁSICO		TERRA

Figura 39- Simbologia dos componentes
Fonte: Autoria própria

Montagem dos cartões de I/Os conforme figura 40 do projeto de cavacos da empresa Trombini Embalagens.

5 CONCLUSÃO

Conforme apresentado no início deste trabalho, a automação do setor de cavaco utilizada permite acelerar ou reduzir abastecimento de cavaco no silo de armazenamento de matéria prima. Foram obtidos resultados satisfatórios tais como: melhor controle na manutenção preditiva, segurança operacional e um controle no abastecimento do silo de matéria prima.

Deve-se ressaltar a grande vantagem da utilização de equipamentos de alta tecnologia, comparado com o sistema anterior que era totalmente manual. Uma vez que proporcionou um controle muito eficiente, sendo que qualquer alteração pode ser feito sem nenhum distúrbio para o processo.

Foram estudadas e compreendidas todos Intertravamentos elétricos do comando antigo da máquina para ser refeitas as melhorias de todas as interligações do painel e dispositivos de campo. Agora nesta nova configuração, têm-se os *backups* do CLP e das IHMs, como também os *softwares* necessários e cabos para acessá-los quando necessário. Desta maneira pode-se modificar o programa quando necessário, fazer melhorias de forma mais simples.

Neste trabalho foi possível experimentar momentos que proporcionaram crescimento profissional e autorealização convergindo com os ensinamentos, orientações e estudos realizados na Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR) atendendo a demanda tecnológica da empresa Trombini.

REFERÊNCIAS

ABB. Disponível em: www.abb.com.br. Acesso em: 07 Mar. 2013.

A.E. Fitzgerald., Charles Kingsley, Jr. Stephen D. Umans, **Máquinas elétricas**, 6ª Edição, Bookman.

CAPELLI, Alexandre. **Automação industrial: controle de movimento e processos contínuos**, 2 ed. São Paulo: Érica, 2007. 236 p.

CASTRUCCI, Plínio de Lauro. **Engenharia de Automação Industrial**. Rio Janeiro: LTC,2001.295 p.

CASTRUCCI, Plínio de Lauro. **Engenharia de Automação Industrial**. Rio Janeiro: LTC,2007.295 p.

FRANCHI, Claiton Moro. **Acionamentos Elétricos**. 2ª edição. São Paulo: Editora Érica, 2007.

GEORGINI, Marcelo, **Automação aplicada, descrição e implementação de sistema sequenciais com PLCs**. 9. Ed. São Paulo:Érica, 2007. 236 p.

GROOVER, Mikell P. **Automation, production systems, and computer integrated manufacturing**. 3rd ed. Upper Saddle River: Prentice-Hall, 2008 831p.

<http://lars.mec.ua.pt/public/LAR%20Projects/HardwaredeMotores>. Disponível em: <http://www.dca.ufrn.br/~joaoteixeira/ApostilaCLPFinal.pdf>. Acesso em: 21/11/12.

<http://www.radarindustrial.com.br/produto/93525/qc-pro-software-e-cad-eletrica.aspx>

NATALE, Ferdinande. **Automação industrial**. São Paulo: Érica, 2002. 234

NETO, João Teixeira de Carvalho. **Controladores Lógicos Programáveis**. Natal-RN, 2011.

RIBEIRO, Marco Antônio. **Automação Industrial**. 1999.

PIRES, J. Nobert. **Automação Industrial**. 2002. ETP.

SILVEIRA, Paulo Rogério da; SANTOS, Windersor Eugenio dos. **Automação e controle discreto**. 8. Ed. São Paulo, SP: Érica, 2008. 229p.

SKA Automação de Engenharia Ltda. **Desenhos Elétricos**

TIAGO. Rocha/ Ebooks/ Sensores- Indutivos, pdf

WEG DO BRASIL, Manual transformadores, disponível em:

<http://www.weg.net/br/Produtos-e-Serviços/geral/Serviços/Transformadores>