

**UNIVERSIDADE DO EXTREMO SUL CATARINENSE - UNESC**  
**CURSO DE CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO**

**JEFFERSON PACHECO DOS SANTOS**

**SISTEMA DE AUTOMAÇÃO PARA CONTROLAR A DOSAGEM  
DE MASSA ATOMIZADA EM UMA INDÚSTRIA CERÂMICA**

**CRICIÚMA, JULHO DE 2007.**

**JEFFERSON PACHECO DOS SANTOS**

**SISTEMA DE AUTOMAÇÃO PARA CONTROLAR A DOSAGEM  
DE MASSA ATOMIZADA EM UMA INDÚSTRIA CERÂMICA**

Trabalho de Conclusão de Curso aprovado pela Banca Examinadora para obtenção do Grau de Bacharel em Ciência da Computação da Universidade do Extremo Sul Catarinense.

Orientador: Prof. Enio José Peruchi.  
Co-Orientador: Prof. MSc. Eng. Vladimir Gaidzinski.

**CRICIÚMA (SC), JULHO DE 2007.**

Dedico este trabalho para todos aqueles que me ajudaram e me apoiaram, em especial aos meus pais José Costa dos Santos e Jucélia Pacheco dos Santos que foram meus grandes incentivadores nesta caminhada.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço primeiramente a Deus que me deu a vida, força e coragem para chegar até aqui. Aos meus pais, José e Jucélia e minha irmã Joice que sempre estiveram ao meu lado em todos os momentos em que precisei. Aos meus amigos e colegas, pelo incentivo de ir a busca dos meus sonhos. A minha namorada Keli que esteve ao meu lado no momento mais difícil desta caminhada. E ao meu orientador Prof. Enio José Peruchi pela sua dedicação em me orientar para a conclusão deste trabalho.

A Automatec Automação Industrial Ltda, na pessoa do Prof. MSc. Eng. Vladimir Hartenias Gaidzinski, meu Co-Orientador, pela oportunidade ímpar de realizar um trabalho teórico e prático na área de controle e automação industrial nesta empresa, que certamente, complementaram minha formação acadêmica e que foram a base para o desenvolvimento desta monografia.

## RESUMO

Este trabalho apresenta um sistema de automação para controlar a dosagem de massa atomizada em uma indústria cerâmica, pois atualmente no setor, todo o processo para o abastecimento dos silos é feito manualmente, onde se perde grande quantidade de matéria-prima.

Tendo em vista esta realidade, a qual traz prejuízos à empresa, este trabalho vem abordar a preocupação em automatizar esse sistema, para eliminar a perda de matéria-prima, e ajudar no aumento da produção, objetivando assim, desenvolver um sistema automatizado para controlar a dosagem de massa atomizada de uma indústria cerâmica, oferecendo uma alternativa para solucionar o problema existente no setor de dosagem de massa atomizada na Indústria Cerâmica Eliane Porcellanato.

Este problema justifica a realização desta pesquisa no que se refere ao seu domínio de aplicação, já que o estudo e o planejamento da automação do setor de modelagem poderá auxiliar uma das maiores empresas de revestimentos cerâmicos de Criciúma-SC. Este trabalho envolve pesquisa nas áreas de Automação Industrial, Controladores Lógicos Programáveis (CLP), placas de entradas e saídas digitais e analógicas, célula de carga (balança) e os softwares MasterTool e Elipse Scada.

Esse sistema de automação oferece a empresa uma alternativa que possa proporcionar um ganho de produção e redução de custos, assim como a quantidade de matéria-prima perdida.

**Palavras chaves:** dosagem, automação, CLP, célula de carga, sistema de supervisão.

## ABSTRACT

This work presents an automation system to control the dosage of mass atomized in a ceramic industry, therefore currently in the sector, all the process for the supplying of the silos and made manually, where if it loses great amount of raw material. In view of this reality, which brings damages to the company, this work comes to approach the concern in automatizing this system, to eliminate the loss of raw material, and to help in the increase of the production, thus objectifying, to develop an automatized system to control the dosage of mass atomized of a ceramic industry, offering an alternative to solve the existing problem in the sector of dosage of mass atomized in the Ceramic Industry Eliane Porcellanato. This problem justifies the accomplishment of this research as for its domain of application, since the study and the planning of the automation of the modeling sector it will be able to assist one of the biggest ceramic coating companies of Criciúma-SC. This work involves Programmable research in the areas of Industrial Automation, Logical Controllers (CLP), digital and analogical plates of entrances and exits, load cell (scale) and softwares Master Tool and Elipse Scada. This system of automation offers to the company an alternative that can provide to a profit of production and reduction of costs, as well as the amount of lost raw material

**Words keys:** dosage, automation, CLP, load cell, system of supervision.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1. Interface do processo cerâmico.....	20
Figura 2. Argila.....	21
Figura 3. Tremonha.....	22
Figura 4. Moinhos.....	23
Figura 5. Vasca.....	23
Figura 6. Atomizador.....	24
Figura 7. Correia transportadora de massa atomizada.....	25
Figura 8. Silos de massa.....	26
Figura 9. Balanças na saída dos silos de massa.....	26
Figura 10. Prensa cerâmica.....	27
Figura 11. Material saindo da Prensa.....	27
Figura 12. Secador de peças.....	28
Figura 13. Linha de esmaltação.....	29
Figura 14. Linha de serigrafia.....	29
Figura 15. Forno SACMI.....	30
Figura 16. Entrada no forno.....	31
Figura 17. Saída do forno.....	31
Figura 18. Parte externa no calibrador.....	32
Figura 19. Parte interna de um calibrador.....	33
Figura 20. Parte exterior de uma politriz.....	33
Figura 21. Parte interior de uma politriz.....	34
Figura 22. Esquadradora.....	35
Figura 23. Impermeabilização das peças.....	36

Figura 24. Pirâmide de Automação.....	37
Figura 25. CLP <i>Omron</i> .....	44
Figura 26. CLP autus série piccolo pequeno porte.....	45
Figura 27. Ciclo de varredura.....	47
Figura 28. Estrutura interna do CLP.....	49
Figura 29. Símbolos de programação.....	51
Figura 30. Trecho de programa nas quatro linhas.....	52
Figura 31. Contato Aberto – RNA.....	54
Figura 32. Contato Normalmente Fechado – RNF.....	55
Figura 33. Bobina Simples – BOB.....	56
Figura 34. Bobina Liga – BBL.....	56
Figura 35. Bobina Desliga – BBD.....	57
Figura 36. Maior - >.....	58
Figura 37. Menor - <.....	59
Figura 38. Igual - =.....	59
Figura 39. Divisão – DIV.....	60
Figura 40. Multiplicação – MUL.....	61
Figura 41. Soma – SOM.....	62
Figura 42. Subtração – SUB.....	63
Figura 43. Inversor de frequência.....	64
Figura 44. Diagrama de blocos de um inversor.....	65
Figura 45. Extensômetro ou <i>Strain-Gage</i> .....	67
Figura 46. Ponte de <i>Wheatstone</i> .....	68
Figura 47. Gráfico de deformação x carga.....	69
Figura 48. Gráfico de deformação x tempo mostrando a fluência ou creep.....	70

Figura 49. Tipos de célula de carga.....	71
Figura 50. Sistema de pesagem com célula de carga.....	72
Figura 51. Sensor de nível para sólidos.....	74
Figura 52. Posição dos sensores.....	76
Figura 53. Ambiente de programação Elipse Scada.....	77
Figura 54. Ambiente de programação MasterTool.....	80
Figura 55. Características do CLP QK-801.....	83
Figura 56. Tela de programação do módulo principal.....	84
Figura 57. Tela de apresentação.....	85
Figura 58. Janela de <i>Login</i> .....	87
Figura 59. Tela de programação.....	88
Figura 60. Tela de monitoração da dosagem.....	89
Figura 61. Tela de Histórico de Alarmes.....	90
Figura 62. Configuração do driver de comunicação Alnet I.....	92

## LISTA DE SIGLAS

BBD	Bobina Desliga
BBL	Bobina Liga
BOB	Bobina Simples
CA	Corrente Alternada
CC	Corrente Continua
CLP	Controlador Lógico Programável
DIV	Divisão
EXE	Executável
HZ	Hertz
IGBT	Transistor Bipolar de Gatilho Isolado
LSI	Integrados em Larga Escala
MIT	Instituto de Tecnologia de Massachussetts
MUL	Multiplicação
NEMA	National Manufactures Association
OPER	Operando
RAM	Memória de Acesso Randômico
RNA	Contato Normalmente Aberto
RNF	Contato Normalmente Fechado
RPM	Rotação por Minuto
SOM	Soma
SUB	Subtração
T	Toneladas
t	tempo

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO.....</b>	<b>15</b>
1.1 OBJETIVO GERAL.....	16
1.2 OBJETIVO ESPECÍFICO.....	17
1.3 JUSTIFICATIVA.....	17
<b>2 HISTÓRICO E DESENVOLVIMENTO CERÂMICO.....</b>	<b>19</b>
2.1 DESCRIÇÃO DO PROCESSO CERÂMICO PORCELLANATO.....	20
2.1.1 Matéria-Prima.....	21
2.1.2 Tremonha.....	21
2.1.3 Moinhos.....	22
2.1.4 Vascas.....	23
2.1.5 Atomizador.....	24
2.1.6 Silos (Mixagem e Cores).....	25
2.1.7 Prensagem.....	27
2.1.8 Secagem.....	28
2.1.9 Esmaltação/Serigrafia.....	28
2.1.10 Forno.....	30
2.1.11 Polimento.....	32
2.1.12 Calibrador.....	32
2.1.13 Politrizes.....	33
2.1.14 Esquadradoras.....	34
2.1.15 Impermeabilização.....	35
2.1.16 Classificação.....	36
<b>3 EVOLUÇÃO DA AUTOMAÇÃO INDUSTRIAL.....</b>	<b>37</b>

3.1	CONTROLE.....	38
3.2	A IMPORTÂNCIA DE UM INVENTO.....	38
3.3	A REVOLUÇÃO INDUSTRIAL.....	39
3.4	A EVOLUÇÃO DO CONTROLE INDUSTRIAL.....	39
3.5	O CONTROLE NUMÉRICO.....	40
<b>4</b>	<b>CONTROLADOR LÓGICO PROGRAMÁVEL.....</b>	<b>42</b>
4.1	EVOLUÇÃO DOS RELÉS.....	42
4.2	SURGIMENTO DO CLP.....	43
4.3	ÁREAS DE APLICAÇÃO.....	46
4.4	VANTAGENS DO USO DE CLP.....	46
4.5	PRINCIPIO DE FUNCIONAMENTO.....	47
4.6	ESTRUTURA INTERNA DO CLP.....	48
4.7	INTERFACE DE ENTRADAS E SAÍDAS DO CLP.....	50
4.8	LINGUAGEM DE PROGRAMAÇÃO DO CLP.....	51
4.8.1	Linguagem de Programação <i>Ladder</i> .....	54
4.8.1.1	Contato Aberto – RNA.....	54
4.8.1.2	Contato Normalmente Fechado – RNF.....	55
4.8.1.3	Bobina Simples – BOB.....	55
4.8.1.4	Bobina Liga – BBL.....	56
4.8.1.5	Bobina Desliga – BBD.....	56
4.8.1.6	Maior - >.....	57
4.8.1.7	Menor - <.....	58
4.8.1.8	Igual - =.....	59
4.8.1.9	Divisão - DIV .....	60
4.8.1.10	Multiplicação – MUL.....	60

4.8.1.11 Soma – SOM.....	61
4.8.1.12 Subtração – SUB.....	62
<b>5 INVERSOR DE FREQUÊNCIA.....</b>	<b>64</b>
5.1 PRINCÍPIO BÁSICO DO INVERSOR DE FREQUÊNCIA.....	64
<b>6 CÉLULA DE CARGA.....</b>	<b>67</b>
6.1 PRINCÍPIO DE FUNCIONAMENTO.....	67
6.2 CORREIA PESADORA.....	71
<b>7 SENSOR ELETROMECAÂNICO DE NIVEL PARA SÓLIDOS (ROTOBIM).....</b>	<b>74</b>
7.1 DESCRIÇÃO GERAL.....	75
7.2 APLICAÇÕES.....	75
7.3 FUNCIONAMENTO.....	76
<b>8 ELIPSE SCADA.....</b>	<b>77</b>
<b>9 MASTERTOOL PROGRAMMING.....</b>	<b>80</b>
<b>10 TRABALHO DESENVOLVIDO.....</b>	<b>82</b>
10.1 PROGRAMAÇÃO DO CLP.....	83
10.2 SISTEMA DE SUPERVISÃO ELIPSE SCADA.....	85
10.2.1 Tela de Apresentação.....	85
10.2.2 Tela de Programação.....	86
10.2.3 Tela de Monitoração da Dosagem.....	88
10.2.4 Tela de Histórico de Alarmes.....	89
10.3 COMUNICAÇÃO ENTRE O CLP E O SISTEMA DE SUPERVISÃO.....	90
10.4 RESULTADOS OBTIDOS.....	92
<b>CONCLUSÃO.....</b>	<b>93</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>95</b>
<b>BIBLIOGRAFIA COMPLEMENTAR.....</b>	<b>96</b>

**ANEXOS.....97**

## 1 INTRODUÇÃO

Este trabalho tem o objetivo de oferecer uma alternativa para solucionar o problema existente no setor de dosagem de massa atomizada na indústria cerâmica Eliane Porcellanato.

No setor de modelagem, antes que a massa atomizada seja encaminhada para o processo de prensagem, a mesma será armazenada em silos. Nesta fase do processo não há um controle exato da quantidade de matéria-prima armazenada, pois o processo, atualmente, é praticado de forma manual.

Em uma empresa cerâmica que possui uma grande produção, existem muitas referências, sendo estas as marcas dos pisos, diferenciadas por várias cores e desenhos.

A fim de atender um grande número de pedidos dos clientes, que são dos mais variados, é necessário que se efetue constantemente a troca de referência, a qual tem uma quantidade certa a ser produzida, sendo este controle realizado no setor de prensagem. No momento em que se atinge o número exato da metragem do piso a ser fabricado, as máquinas são paradas para que se efetue a troca de referência, ou seja, a massa atomizada que se encontra dentro dos silos terá que ser removida.

Durante este processo, grande parte da massa atomizada se perde, sendo desviada por uma correia para dentro de reservatórios, não sendo mais utilizada, pois a mesma adquire muita umidade com o passar dos dias, ficando imprópria para o uso.

Mediante esta realidade, esta pesquisa propõe o desenvolvimento de um sistema na área de Automação Industrial, para que se possa controlar a dosagem de massa atomizada nos silos para a metragem exata de pisos a ser produzida, podendo assim, proporcionar uma redução na quantidade de material perdido.

Para o desenvolvimento deste sistema, será utilizado o software MasterTool Programming, uma linguagem de relés e blocos. Esta linguagem permite a construção de programas aplicativos para os Controladores Lógicos Programáveis CLP's ALTUS.

O programa aplicativo tem como objetivo a execução de tarefas de controle. Este programa, quando carregado no Controlador Lógico Programável (CLP), faz com que este passe a exercer as funções de controle da máquina ou processo para o qual está sendo programado, utilizando placas de entrada e saída digitais e analógicas.

As instruções disponíveis para a construção do programa aplicativo no MasterTool são programadas em linguagem de relés e blocos. E também o Software de Supervisão *Elipse Scada*, que é um software que alia alto desempenho e grande versatilidade, representados em seus diversos recursos que facilitam e agilizam a tarefa de desenvolvimento de sua aplicação.

Totalmente configurável pelo usuário, permite a monitoração de variáveis em tempo real, através de gráficos e objetos que estão relacionados com as variáveis físicas de campo. Também é possível fazer acionamentos e enviar ou receber informações para equipamentos de aquisição de dados.

Será utilizado um sistema de célula de carga (balança), para auxiliar no controle de dosagem de massa atomizada nos silos, na qual sua função será enviar para o sistema o valor em quilogramas existentes dentro dos silos.

## 1.1 OBJETIVO GERAL

Desenvolver um sistema automatizado para o controle de dosagem de massa atomizada de uma indústria cerâmica.

## 1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- a) oferecer para a empresa uma alternativa que possa proporcionar um ganho de produção e redução de custos;
- b) demonstrar que, com a utilização de um sistema automatizado, proporcionará a diminuição de massa atomizada desperdiçada;
- c) demonstrar a integração dos softwares MasterTool e Elipse Scada com equipamentos de automação industrial, tais como célula de carga (balança), Controlador Lógico Programável (CLP), e placas de entrada e saída digitais e analógicas;
- d) implementar o sistema com os softwares MasterTool e Elipse Scada.

## 1.3 JUSTIFICATIVA

Percebeu-se, que em toda troca de referência realizada no setor de modelagem, perde-se uma grande quantidade de massa atomizada, devido à falta de um sistema que controle a dosagem da mesma, para a metragem de pisos a ser produzida.

Este problema justifica a realização desta pesquisa no que se refere ao seu domínio de aplicação, já que o estudo e o planejamento da automação do setor de Modelagem poderá auxiliar uma das maiores empresas de revestimentos cerâmicos de Criciúma-SC.

Este trabalho envolve pesquisa na área de Automação Industrial, Controladores Lógicos Programáveis (CLP), placas de entradas e saídas digitais e analógicas, célula de carga (balança) e os softwares MasterTool e Elipse Scada.

Assim, justifica-se a relevância da pesquisa no que se refere ao contexto social, regional e aspectos computacionais, tais como a relação existente entre a comunicação e o controle dos equipamentos de automação industrial e a computação.

Para melhor entendimento da pesquisa utilizando equipamentos de automação industrial na indústria cerâmica, será apresentado:

No segundo capítulo do trabalho será abordado a descrição do processo cerâmico porcellanato.

No terceiro capítulo, será relatada a automação industrial desde seu surgimento até os dias de hoje.

Do quarto ao sétimo capítulo serão apresentados os equipamentos de automação industrial, equipamentos eletrônicos e mecânicos que controlam seu próprio funcionamento, quase sem intervenção do homem, suas definições e principais funcionalidades.

Do oitavo ao décimo capítulo apresentam o sistema de automação proposto, o software aplicativo do CLP e as telas do sistema de supervisão, além de detalhes sobre o protocolo de comunicação entre o CLP e o sistema de supervisão.

## **2 HISTÓRICO E DESENVOLVIMENTO DA CERÂMICA**

A cerâmica é, provavelmente, a mais antiga das artes conhecidas pelo homem, pois a argila é a matéria-prima que, pela sua abundância e característica, deve ter induzido o homem primitivo a confeccionar objetos que endureciam ao secar de início e depois ao fogo.

Os primeiros produtos cerâmicos queimados foram produzidos há 13.000 anos, e comenta-se que nas épocas pré-históricas o homem deixou gravado no solo argiloso e plástico a marca de seu pé, que seco e endurecido pelo sol, mostrava claramente a possibilidade de dar e fixar a forma de peças feitas de argila.

Lembra ainda, a lenda bíblica, que nos diz: "Deus fez o primeiro homem de barro" e, destacava escavações feitas na Inglaterra, Bélgica e Alemanha, que mostravam vasos de argila queimados, feitos a mão, confirmando que a arte cerâmica já existia há 15.000 anos.

## 2.1 DESCRIÇÃO DO PROCESSO CERÂMICO PORCELLANATO

A Eliane Porcellanato possui o procedimento para a fabricação de revestimentos cerâmicos descrito esquematicamente na Figura 1.

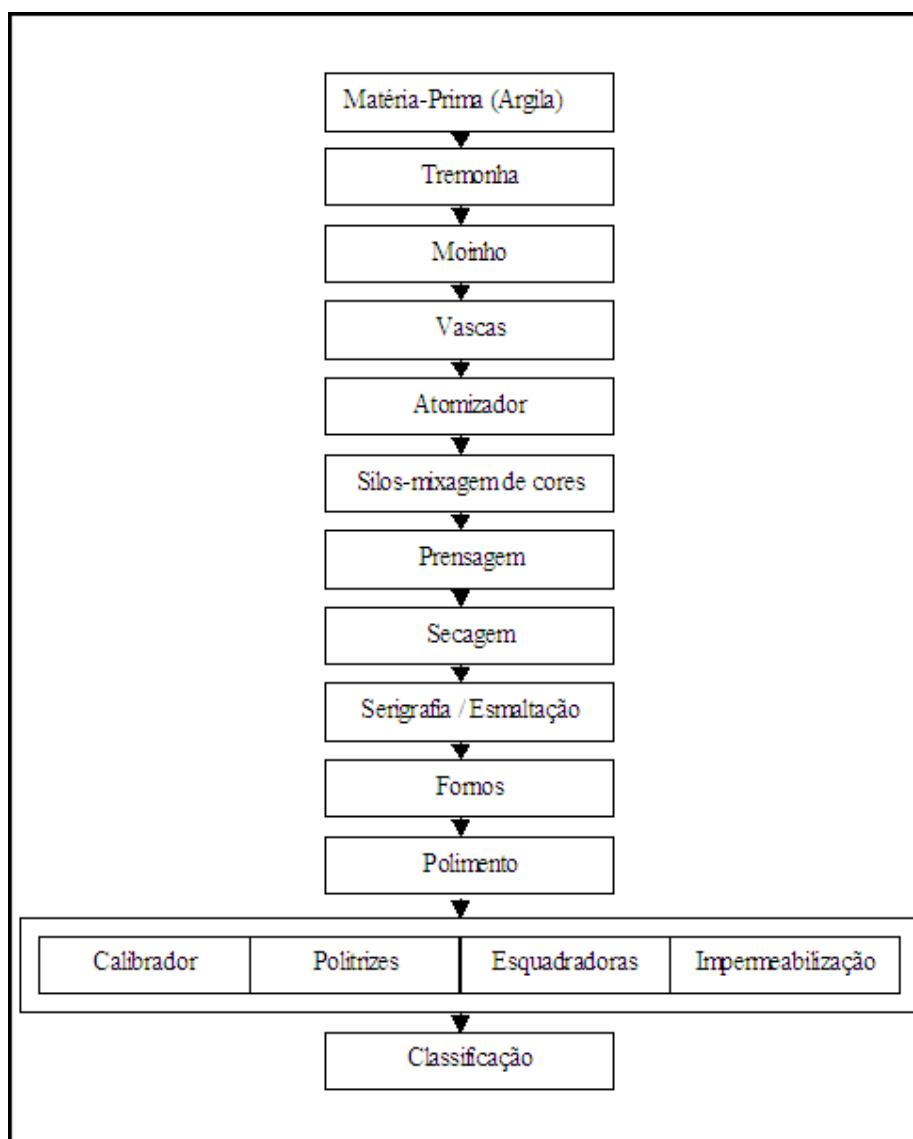


Figura 1. Interface do processo cerâmico

Fonte: Arquivo pessoal

### 2.1.1 Matéria-Prima

São as argilas, mostradas na Figura 2, que ficam em suspensão nos moinhos, e por serem facilmente moldadas aumentam a resistência da peça. Apresentam plasticidade, propriedade fundamental de uma argila, é a facilidade que esta possui de constituir com a água uma pasta suficientemente macia para deixar-se moldar, conservando perfeitamente a forma criada.



Figura 2. Argila  
Fonte: Arquivo pessoal

### 2.1.2 Tremonha

Recipiente onde ocorre a dosagem de matéria-prima (argila), visto na Figura 3, seguindo posteriormente para os moinhos.

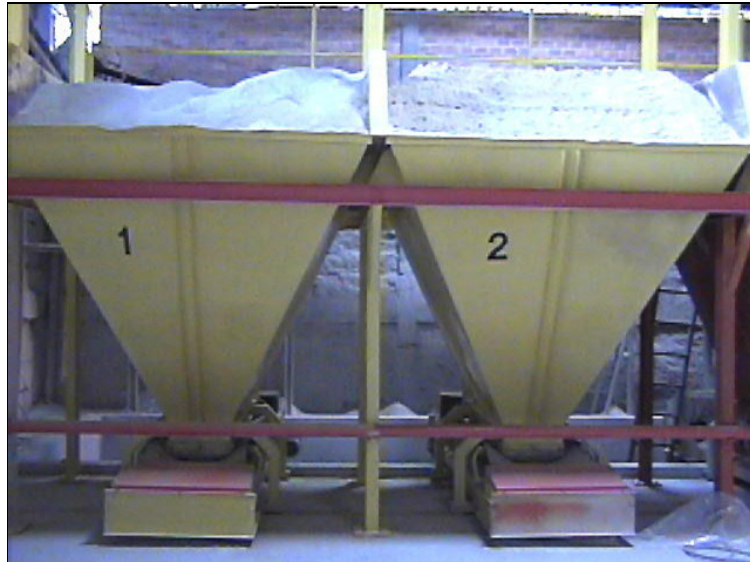


Figura 3. Tremonha  
Fonte: Arquivo pessoal

### 2.1.3 Moinhos

Na Figura 4 observa-se os moinhos, que consistem basicamente em um recipiente cilíndrico em cujo interior alojam-se bolas de material duro de distintos tamanhos.

Dotado de movimento de rotação, as bolas deslocam-se no interior deste, produzindo a moagem por choque, atrito com o material a moer.

Nestes moinhos, o material a moer mistura-se com água para facilitar a operação, dando origem a barbotina, um líquido espesso, de densidade e viscosidade alta, com resíduo baixo e aspecto de chocolate líquido.

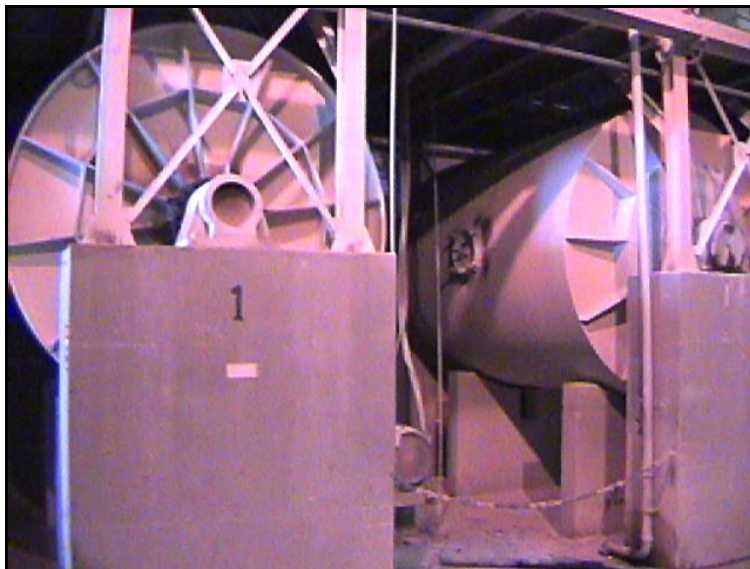


Figura 4. Moinhos  
Fonte: Arquivo pessoal

#### 2.1.4 Vascas

Após a moagem, a barbotina é descarregada dentro de tanques (vascas), visto na Figura 5, que possuem um agitador central, mantendo a barbotina homogênea.

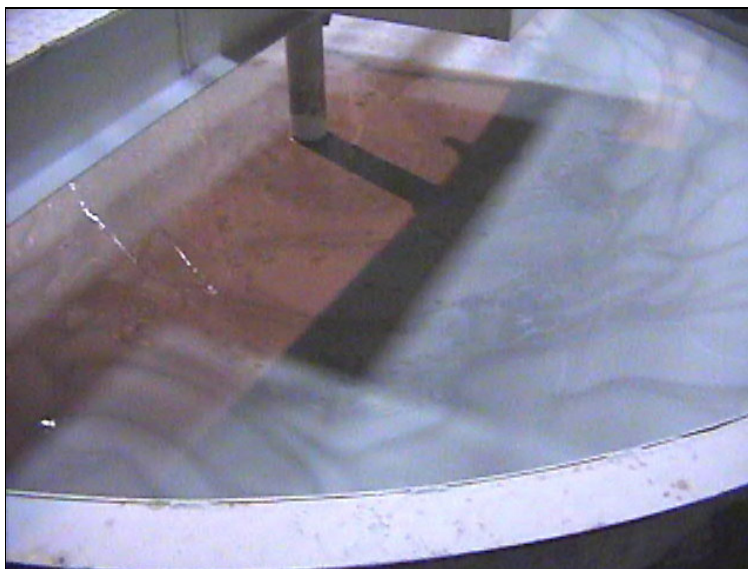


Figura 5. Vasca  
Fonte: Arquivo pessoal

### 2.1.5 Atomizador

É um equipamento de secagem constituído de uma câmara de ar ou gases quentes, onde a solução ou suspensão a secar (barbotina) é injetada a alta pressão, passando através de pulverizadores que formam gotículas as quais, em contato com o ar quente proveniente de um queimador a óleo secam, formando partículas esféricas (massa atomizada) de diâmetro de mais ou menos 1,0 a 4,0 décimos de mm. Observa-se na Figura 6 o atomizador.



Figura 6. Atomizador  
Fonte: Arquivo pessoal

A Figura 7 mostra a correia transportadora de massa atomizada até os silos.



Figura 7. Correia transportadora de massa atomizada  
Fonte: Arquivo pessoal

#### 2.1.6 Silos (Mixagem e Cores)

Após a atomização, transporte e repouso da massa atomizada, ela está pronta para ser conformada. No caso de referências monocores, a massa dos silos de 60 ton chegam até os silos de 6 ton através das correias transportadoras.

Para as referências granitadas, é realizada uma mistura de diferentes cores de massa. Observa-se na Figura 8 os silos de 6 ton que são alimentados com as massas necessárias na referência a ser produzida. É para esta etapa do processo que será realizado o sistema de dosagem de massa atomizada.



Figura 8. Silos de massa  
Fonte: Arquivo pessoal

A Figura 9 mostra as correias que compõem as balanças que conduzem a massa atomizada até as prensas.

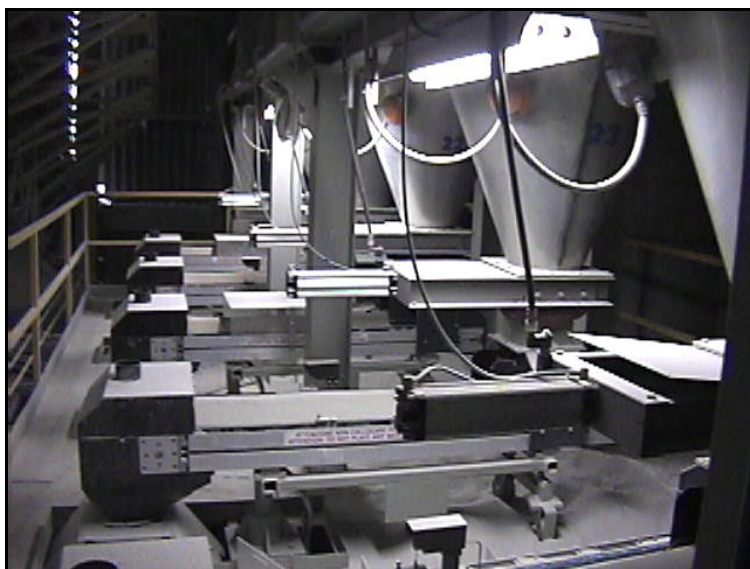


Figura 9. Balanças na saída dos silos de massa  
Fonte: Arquivo pessoal

### 2.1.7 Prensagem

A Figura 10 mostra a prensa, que irá prensar a massa que está alojada em uma caixa que possui um molde, que é onde as peças tomam um formato. No sentido de dar à matéria-prima, inicialmente sem forma própria, uma geometria bem definida e consistência à matéria-prima.

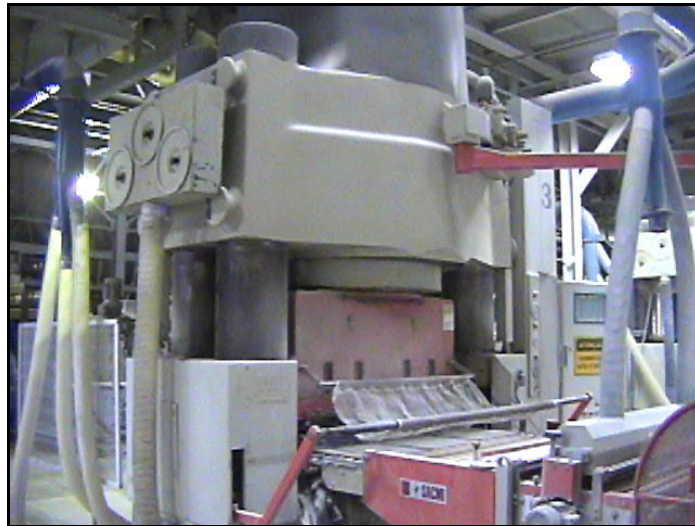


Figura 10. Prensa cerâmica  
Fonte: Arquivo pessoal

Observa-se na Figura 11 peças saindo da prensa com sua forma própria.



Figura 11. Material saindo da Prensa  
Fonte: Arquivo pessoal

### 2.1.8 Secagem

A massa atomizada apresenta uma quantidade de água (aproximadamente 6%), o que facilita o processo de conformação. Mas para que o material possa ser queimado precisa-se primeiramente reduzir esta quantidade de água a valores aceitáveis ( $< 0,3\%$ ). Nos secadores, as peças são expostas a temperaturas próximas de  $100^{\circ}\text{C}$ , temperatura de evaporação da água. Retirar a água restante do processo de atomização, preparando o material para a queima, é a principal função dos secadores, visto na Figura 12.



Figura 12. Secador de peças  
Fonte: Arquivo pessoal

### 2.1.9 Esmaltação/Serigrafia

Nessa etapa as peças recebem uma ou mais dosagens de esmalte visto na Figura 13 linha de esmaltação.



Figura 13. Linha de esmaltação  
Fonte: Arquivo pessoal

A Figura 14 apresenta a linha de decoração das peças utilizando tintas especiais através de um tecido (tela).



Figura 14. Linha de serigrafia  
Fonte: Arquivo pessoal

### 2.1.10 Forno

A queima é a etapa mais importante e delicada do processo cerâmico, o forno apresentado na Figura 15 é composto de vários queimadores tipo lança chamas para aquecer o mesmo.

A primeira fase do processo ou queima caracteriza-se por um aquecimento gradual iniciado por volta dos 650°C, alcançando até 950°C ou 1200°C, em seguida um resfriamento, através da injeção de ar frio, de 600°C a 350°C.



Figura 15. Forno SACMI  
Fonte: Arquivo pessoal

Observa-se na Figura 16 peças entrando no forno.

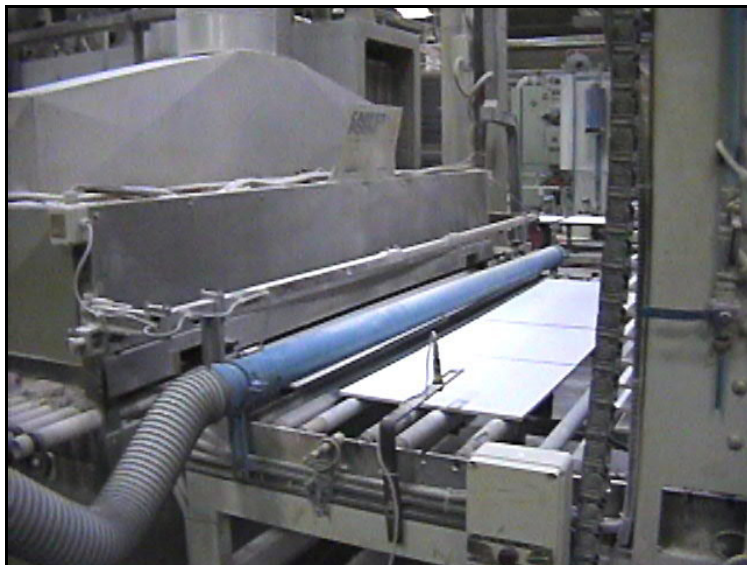


Figura 16. Entrada no forno  
Fonte: Arquivo pessoal

Observa-se na Figura 17 peças saindo do forno.



Figura 17. Saída do forno  
Fonte: Arquivo pessoal

### 2.1.11 Polimento

O polimento é uma das fases do processo de produção do Porcellanato. É caracterizado por proporcionar ao material uma superfície polida com brilho, através de rolos e discos diamantados e por uma composição de pedras abrasivas.

### 2.1.12 Calibrador

A primeira etapa do processo de uma linha de polimento é a calibração. A máquina é vista na Figura 18.



Figura 18. Parte externa do Calibrador  
Fonte: Arquivo pessoal

Observando a Figura 19, onde as peças são submetidas a rolos de diamantes, nas quais rasgam estas, preparando-as para o processo de polimento posterior.



Figura 19. Parte interna de um Calibrador  
Fonte: Arquivo pessoal

### 2.1.13 Politrizes

A segunda etapa é o polimento propriamente dito, realizado na máquina vista na Figura 20.



Figura 20. Parte Exterior de uma politriz  
Fonte: Arquivo pessoal

O material é exposto a pedras abrasivas, mostradas na Figura 21. No início do processo estas pedras têm uma granulometria (grana) maior e vão diminuindo até uma granulometria bem fina que dá o acabamento (brilho) da peça.



Figura 21. Parte interior de uma poltriz  
Fonte: Arquivo pessoal

#### **2.1.14 Esquadradoras**

As peças são esquadradas em máquinas, eliminando assim as diferenças dimensionais existentes, proporcionando assim a produção em um calibre somente. Na Figura 22 observa-se uma esquadradora.

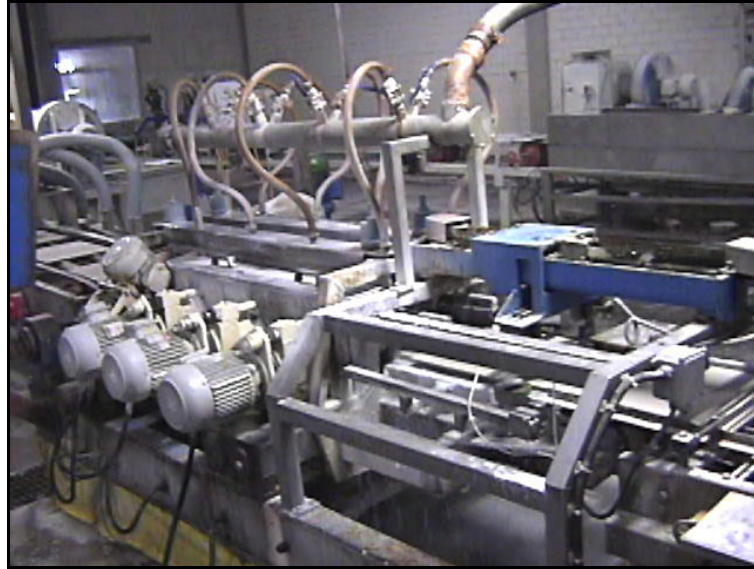


Figura 22. Esquadadora  
Fonte: Arquivo pessoal

### **2.1.15 Impermeabilização**

O processo de polimento provoca a abertura de alguns dos poros fechados que se encontram distribuídos no interior da peça, expondo-os a superfície, ocasionando uma degradação da resistência à manchas do produto final. Para aumentar a resistência à manchas são utilizados impermeabilizantes sobre o produto, cobrindo assim os poros impedindo a penetração dos agentes manchantes. O impermeabilizante é aplicado sobre a peça por meio de pistolas e espalhado com escovas giratórias, visto na Figura 23.



Figura 23. Impermeabilização das peças  
Fonte: Arquivo pessoal

### 2.1.16 Classificação

Após o processo de polimento as peças passam por uma classificação, neste momento serão verificados visualmente (olho humano) possíveis defeitos, tais como peças com diferenças de tonalidade, pontas quebradas, risco de abrasivos e outros.

Como pode-se verificar, as etapas que foram mostradas representam a descrição de um processo cerâmico porcellanato. Como a pesquisa se propõe a estudos relacionados à automatização voltada a industria cerâmica, será abordado no capítulo seguinte a automação industrial e sua evolução.

### 3 EVOLUÇÃO DA AUTOMAÇÃO INDUSTRIAL

A automação industrial verifica-se sempre que novas técnicas de controle são introduzidas num processo.

Ao falar em automação, entende-se “por qualquer sistema apoiado em computadores, que substitua o trabalho humano e que visa soluções rápidas e econômicas para atingir os objetivos das indústrias e dos serviços” (MORAES; CASTRUCCI, 2001 p. 15).

Segundo Santos e Silveira (2002 p. 23) pode-se dizer que automação industrial é “oferecer e gerenciar soluções, pois ela sai do nível de chão de fábrica para voltar seu foco para o gerenciamento da informação”.

Para melhor entender o significado de automação industrial é importante salientar que a mesma implica na implantação de sistemas interligados e assistidos por redes de comunicação, compreendendo sistemas supervisórios e interfaces homem-máquina que possam auxiliar os operadores no exercício de supervisão e análise, sendo assim obtendo menores custos de trabalho, menores perdas de materiais e menores custos de capital. A Figura 24 explica os níveis de uma hierarquia gerencial de uma empresa controlada automaticamente.

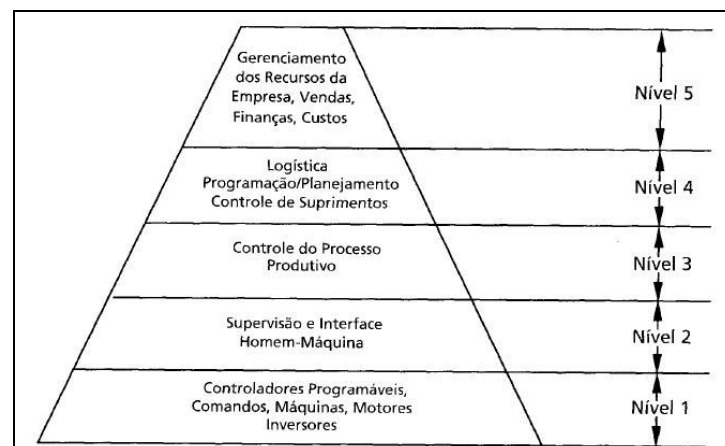


Figura 24. Pirâmide de Automação  
Fonte: MORAES, C. ; CASTRUCCI, P. (2001)

### 3.1 CONTROLE

As técnicas de controle surgiram das necessidades de controlar processos, tendo como um trunfo na mente do indivíduo controlar para não ser controlado.

A palavra controle que é de origem francesa (*controler*) “denota o ato ou poder de exercer domínio, fiscalizar, supervisionar, manter o equilíbrio” (SANTOS; SILVEIRA, 2002 p. 1).

### 3.2 A IMPORTÂNCIA DE UM INVENTO

O homem sempre buscou simplificar seu trabalho de forma a substituir o esforço braçal por outros meios e mecanismos, tendo seu tempo disponível para outros afazeres. Para a humanidade os inventos sempre trouxeram dúvidas quanto às suas conseqüências.

Com o decorrer dos tempos aprendeu-se que criar novas máquinas seria a chave para o sucesso, segundo Santos e Silveira (2002 p. 2), sabe-se que “Desde a primeira utilização da roda de que há conhecimento, ocorrido na Ásia entre 3500 e 3200 a.C., o mundo vem procurando “controlar e otimizar ” o tempo ”.

Outras grandes descobertas trouxeram riquezas e marcaram época como:

- a) Em 1086 os moinhos de água, ao sul do rio *Trent* na Inglaterra, que produzia energia de forma revolucionária e barata;
- b) A invenção do estribo, criado na china veio de forma a fortalecer a montaria de um guerreiro na busca de suas conquistas;
- c) No século XII o arado foi a maior invenção que permitia uma economia no tempo de corte do solo para o plantio das raízes;

d) Em 1781 *James Watt* inventou a máquina a vapor, que foi sem dúvida a principal responsável pelo êxodo rural, dando origem a grandes aglomerações urbanas, conhecidas hoje como metrópoles (SANTOS; SILVEIRA, 2002).

### 3.3 A REVOLUÇÃO INDUSTRIAL

Em meados do século XVIII teve início a revolução industrial na Inglaterra, que caracterizou-se pela introdução de máquinas simples que surgiram para a substituição da força muscular pela mecânica.

De acordo com Santos e Silveira (2002 p. 4) “a revolução industrial estabeleceu um marco transitório de uma sociedade, predominantemente, agrícola e organizada na produção de bens de consumo de forma artesanal, para uma sociedade, industrialmente mais produtiva”.

### 3.4 A EVOLUÇÃO DO CONTROLE INDUSTRIAL

Em 1788 os primeiros reguladores mecânicos seguiram-se à instrumentação e reguladores do tipo pneumático, um tipo de acionamento que utiliza a energia do ar comprimido e hidráulico, tipo de acionamento que se utiliza da energia do escoamento de fluidos.

A partir de 1770 quando foram construídas as máquinas simples, somente no século XIX é que surgiram os mecanismos automáticos fixos e as linhas de montagem para a produção em massa (SANTOS; SILVEIRA, 2002).

Foram desenvolvidas com o decorrer das necessidades da própria evolução, máquinas que dão forma aos materiais por corte, esmerilamento, furação, torneamento, polimento, fresagem, soldagem, entre outros, com o controle automático simples para executarem uma seqüência simples de operação.

Segundo Santos e Silveira (2002 p. 13) “Em 1950, tais máquinas são comandadas por circuitos transistorizados e, em 1960, por computadores, passando a trabalhar segundo instruções codificadas que lhes são transmitidas por fita perfurada ou fitas magnéticas”.

### 3.5 O CONTROLE NUMÉRICO

O controle numérico ocorreu no início da década de 50, abrindo-se então uma nova era para automação industrial.

Falando em controle numérico “a partir de 1952, por meio de importantes pesquisas desenvolvidas pelo instituto de tecnologia de Massachusetts - MIT- que usava uma fresadora de três eixos para demonstrar o protótipo de um comando numérico” (SANTOS; SILVEIRA, 2002 p. 14). Colaborando então para o desenvolvimento na indústria manufatureira.

O princípio de funcionamento de um comando numérico consiste no recebimento de um programa pela unidade de entrada, na leitura, interpretação, armazenamento e sua execução. Simultaneamente as máquinas de controle numérico, foram desenvolvidos os robôs que fazem parte da automação.

Após ser abordado a evolução e a importância da automação industrial para indústria cerâmica, será apresentado o Controlador Lógico Programável (CLP).

Segundo a ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas), é um equipamento eletrônico digital com hardware e software compatíveis com aplicações industriais.

## 4 CONTROLADOR LÓGICO PROGRAMAVEL

Os Controladores Lógicos Programáveis (CLPs) são equipamentos eletrônicos de última geração, utilizados em sistemas de automação industrial. Permitem desenvolver e alterar facilmente a lógica para acionamento das saídas em função das entradas. Desta forma, pode-se utilizar inúmeros pontos de entrada de sinal para controlar pontos de saída de sinal.

### 4.1 EVOLUÇÃO DOS RELÉS

Os dispositivos eletromecânicos foram os recursos mais utilizados para efetuar controles lógicos e de intertravamentos nas linhas de produção e em máquinas isoladas. Segundo Santos e Silveira (2002 p. 79), tais dispositivos, baseados principalmente em relés, “tinham especial importância na indústria automobilística em que a complexibilidade dos processos produtivos envolvidos exigia instalações em painéis e cabines de controle com centenas de relés e, conseqüentemente, um número maior ainda de interconexões deles”.

Tais sistemas de controle, apesar de funcionais, apresentavam problemas importantes. Como os sistemas possuíam uma falha significativa, a perda de várias horas de estudo e correção do elemento danificado.

Conforme Santos e Silveira (2002 p. 79) “pelo fato de os relés apresentarem dimensão física elevada, os painéis ocupavam grande espaço, o qual deveria ser protegido contra umidade, sobretemperatura, gases inflamáveis, oxidações, poeiras, etc”.

Outro fator comprometedor das instalações a relés é que, para se alterar a programação lógica do processo, exigia a interrupção do processo produtivo.

Para reduzir os problemas existentes com relés foram utilizados alguns dispositivos transistorizados. “Porém, foi com o surgimento dos componentes eletrônicos Integrados em Larga Escala (LSI), que novas fronteiras se abriam ao mundo dos computadores digitais e, em especial, às tecnologias para a automação industrial” (SANTOS; SILVEIRA, 2002 p. 80).

#### 4.2 SURGIMENTO DO CLP

Foi realizado em 1968, a primeira experiência de um controle de lógica que permitisse a programação por recursos de software, na divisão de hidramáticos da *General Motors Corporation* (SANTOS; SILVEIRA, 2002).

Aliado ao uso de dispositivos periféricos, capazes de realizar operações de entrada e saída, um minicomputador com sua capacidade de programação pode obter vantagens técnicas de controle. Inicia-se a era dos controladores de lógica programável.

Durante os anos 70, a primeira geração de CLP recebeu sensíveis melhorias com a chegada dos microprocessadores.

Sendo assim, tornava-se desnecessário o uso de computadores de grande porte, tornando-o uma unidade isolada, tinham em média 80% das suas placas formadas por circuitos integrados.

O CLP não possuía um barramento lógico em comum para as placas, e sua programação ainda era feita através da fiação do *Back-Plane*.

Embora rudimentar e com capacidade de processamento extremamente limitada, esse CLP era muito “robusto”, o que o tornava ainda mais interessante para aplicações no ambiente industrial (CAPELLI, 2002).

Com a utilização dos microcontroladores e microprocessadores surgiu a segunda geração. Além de um barramento (dados, endereços e controle), “o CLP possuía sua programação feita via software (*EPROM*). A principal linguagem dessa época foi o *assembly*, também conhecido como “linguagem de máquina” ”(CAPELLI, 2002 p.55).

A terceira geração caracterizou-se pelo início da programação em “alto nível”. Os programas eram feitos em PCs e em linguagens de fácil entendimento convertidos e transferidos ao CLP.

Segundo Capelli (2002 p.55) “essa tarefa era chamada de compilação, e o equipamento de conversão de compilador”. Visto na Figura 25 um CLP *Omron*.

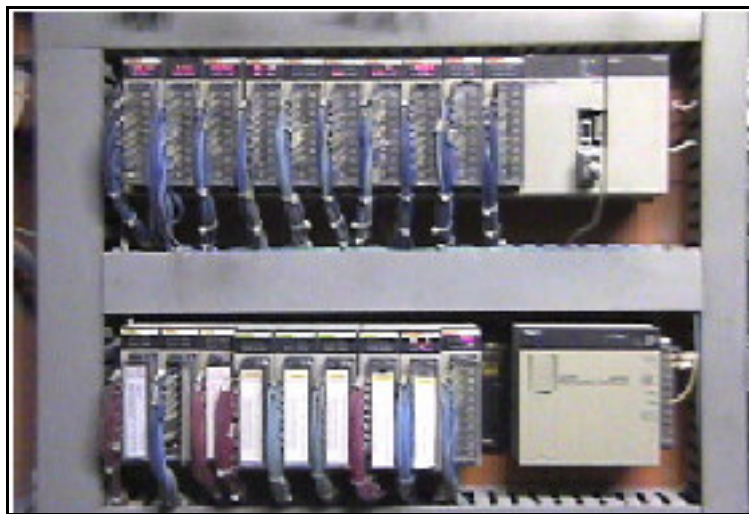


Figura 25. CLP *Omron*  
Fonte: Arquivo pessoal

Define-se como CLP um equipamento eletrônico digital que tem como objetivo implementar funções específicas de controle e monitoração sobre variáveis de uma máquina ou processo por intermédio de módulos de entrada e saída. Todas as

funções disponíveis devem poder ser programas em uma memória interna e o hardware deve ser universal, podendo ser aplicado a todos os tipos de processo.

Segundo a National Manufactures Association (Nema), CLP – aparelho eletrônico digital que utiliza uma memória programável para o armazenamento interno de instruções para implementações específicas, tais como lógica, seqüenciamento, temporização, contagem e aritmética, para controlar, através de módulos de entradas e saídas, vários tipos de máquinas ou processos.

Para provar a eficiência de um CLP e como vem evoluindo ao longo dos tempos, a *ALTUS*, uma fabricante de CLPs, desenvolveu com poucas entradas e saídas, um CLP visto na Figura 26, com poucos passos de programação para tarefas simples e com o custo baixo (CAPELLI, 2002).

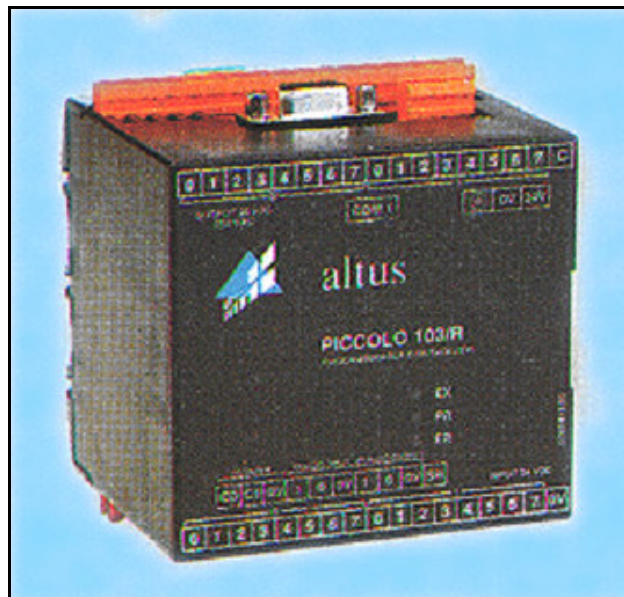


Figura 26. CLP altus série piccolo pequeno porte  
Fonte: altus sistema de informática. (2001)

### 4.3 ÁREAS DE APLICAÇÃO

Os CLPs encontram grande número de aplicações em quase todos os setores industriais envolvendo controle de processos, automação da manufatura, integração de sistemas de automatização, linhas de fabricação e montagem, automação predial, controle de subestações de energia, onde quer que sejam requeridas funções do controle, seqüenciamento e intertravamento de ações e supervisão do andamento de alguma atividade. Segue abaixo algumas aplicações diversas.

- a) aquisição de dados de supervisão em: processo cerâmico, prédios inteligentes;
- b) máquinas industriais (injetoras de plásticos, classificadeiras de material cerâmico);
- c) equipamento para controle de energia (demanda, fator de carga).

### 4.4 VANTAGENS DO USO DE CLP

As vantagens dos Controladores Lógicos Programáveis em relação aos sistemas convencionais são:

- a) programáveis, permitindo alterar os parâmetros de controle;
- b) apresentam interface de comunicação com outros CLPs e computadores de controle;
- c) podem ser reutilizados;
- d) ocupam menor espaço, são pequenos e versáteis;
- e) apresentam maior confiabilidade;
- f) manutenção mais fácil e rápida;

g) oferecem maior flexibilidade;

h) permite maior rapidez na elaboração do projeto do sistema.

#### 4.5 PRINCIPIO DE FUNCIONAMENTO

Conforme ilustrado na Figura 27, o princípio de funcionamento de um CLP que realiza as ações de leitura das entradas, execução do programa e atualizações das saídas.

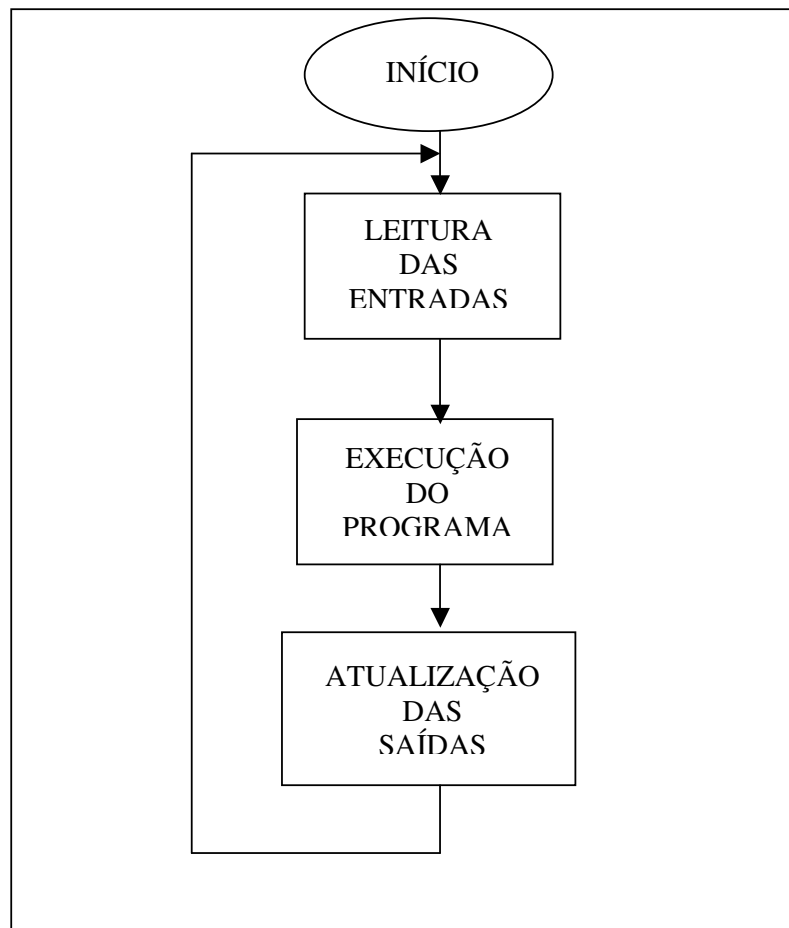


Figura 27. Ciclo de varredura  
Fonte: SANTOS, W. ; SILVEIRA, P. (2002)

O tempo total para execução dessas tarefas, chamado ciclo de varredura, depende da velocidade e características de outros fatores como velocidade e características do processador, tamanho do programa de controle do usuário, além da quantidade e tipo de pontos de entrada/saída (SANTOS; SILVEIRA, 2002). Abaixo segue maiores especificações do ciclo de varredura:

- a) *Início*: O CLP executa uma série de operações pré-programados, gravados em seu programa e emite um aviso de erro caso alguma operação falhe;
- b) *Leitura das entradas*: O CLP lê o estado de cada uma das entradas verificando se alguma entrada foi acionada;
- c) *Execução do programa*: Ocorre a execução da tarefa, exemplo acionamento de um alarme;
- d) *Atualização das saídas*: O CLP escreve o valor contido na memória das saídas, atualizando as interfaces ou módulos de saída. Inicia-se então um novo ciclo de varredura.

#### 4.6 ESTRUTURA INTERNA DO CLP

O CLP é um sistema microprocessado, ou seja, constitui-se de um microprocessador (ou microcontrolador) um programa monitor, uma memória de programa, uma memória de dados, uma ou mais interfaces de entrada, uma ou mais interfaces de saída e circuitos auxiliares. É apresentado a seguir, na Figura 28, a estrutura interna do CLP.

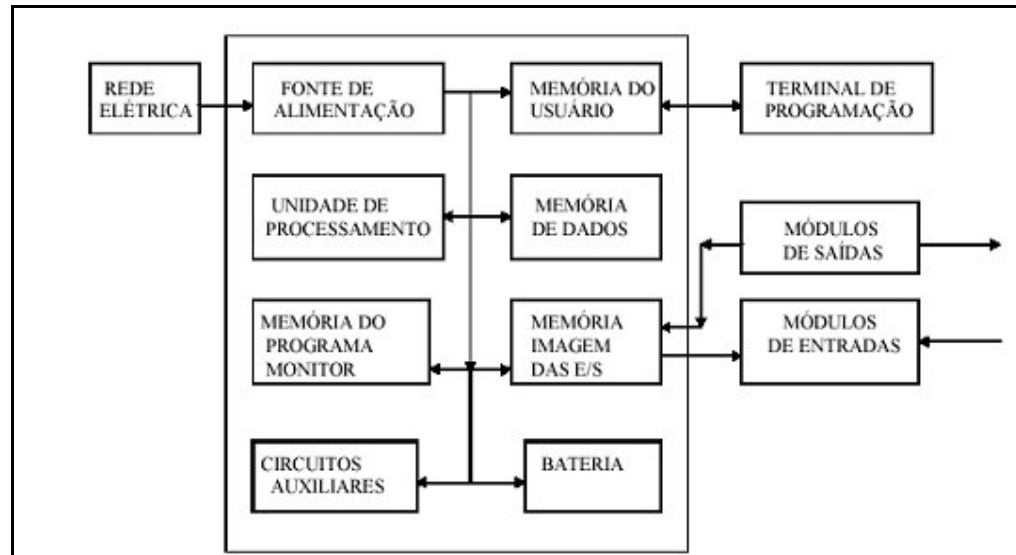


Figura 28. Estrutura interna do CLP

Fonte: SANTOS, W. ; SILVEIRA, P. (2002)

A programação do CLP é estruturado em blocos, mais precisamente em cinco blocos que são:

- a) Bloco da organização: Esse bloco organiza toda a seqüência da automação. Na pratica ele é um programa tipo executável (EXE);
- b) Bloco de programa: É no bloco de programa que instalamos o software residente do CLP. Possui a memória do tipo RAM (com bateria para mantê-la) ou flash;
- c) Bloco de funções: Esse bloco abriga os dados das variáveis externas (temperatura, entrada e saída analógica, vazão, etc.);
- d) Banco de dados: O banco de dados pode ser usado e alterado durante a execução do programa. Os dados mais comuns a esse bloco são: esclarecimento sobre o próprio programa, FBs, referencias, e tempos;
- e) Blocos de passos: Contém os programas gráficos do CLP. É nesse bloco que tratamos a “sinalização” do processo (sinais da IHM, Grafcet, fluxograma do processo ou da máquina) (CAPELLI, 2002).

#### 4.7 INTERFACE DE ENTRADAS E SAÍDAS DO CLP

As entradas e saídas de um CLP podem ser divididas em dois grupos: analógicos e digitais.

As entradas analógicas permitem que o CLP possa manipular grandezas analógicas, enviadas normalmente por sensores eletrônicos. As grandezas analógicas elétricas tratadas por estes módulos são normalmente tensão e corrente. Os dispositivos utilizados são:

- a) sensores de pressão manométrica;
- b) sensores de pressão mecânica (*strain gages* – utilizados em células de carga);
- c) taco - gerador para medição, rotação de eixos;
- d) transmissores de umidade relativa.

As entradas digitais possuem apenas dois estados, ligado ou desligado, que podem estar ligados em:

- a) botoeiras;
- b) chaves ou micro fim de curso;
- c) sensores de proximidade indutivos ou capacitivos;
- d) chaves comutadoras;
- e) pressostatos;
- f) controle de nível (bóia).

As saídas analógicas têm seus valores numéricos convertidos em sinais de saída em tensão ou correntes. E controlam dispositivos atuadores do tipo:

- a) válvulas proporcionais;
- b) motores c.c.;

- c) servo – motores c.c.;
- d) inversores de frequência;
- e) posicionadores rotativos.

As saídas digitais possuem apenas dois estados, ligado ou desligado. Que controla dispositivo do tipo:

- a) relés;
- b) contactores;
- c) relés de estado-sólido;
- d) solenóides;
- e) válvulas.

#### 4.8 LINGUAGEM DE PROGRAMAÇÃO DO CLP

Segundo Santos e Silveira (2002 p. 92) “os CLPs foram criados a partir da necessidade de substituir os painéis de controle a relés”.

Como o CLP veio substituir elementos/componentes eletromecânicos de acionamento, a linguagem utilizada na sua programação é similar à linguagem de diagramas lógicos de acionamento, desenvolvidos por eletromecânicos, técnicos e eletricitistas ou profissionais da área de controle. Segue na Figura 29 os principais símbolos de programação.







Símbolo	Equipamento elétrico
	 - contato aberto
	 - contato fechado
	 - saída

Figura 29. Símbolos de programação  
Fonte: Arquivo pessoal

Desde então, essa linguagem tem sido a forma mais comum encontrada nos equipamentos, independente de seu porte.

Devido às sofisticações oferecidas pelos processadores e seus novos algoritmos, a representação simbólica dos programas tornou-se, em alguns casos, impossível de ser implementado por meio de um diagrama de relés. Então passaram a ser utilizados formas alternativas de especificação de programas.

Dentre as linguagens de programação predominante nos CLPs cita-se:

- a) diagramas de contatos;
- b) blocos funcionais;
- c) mnemônicos booleanos;
- d) parâmetros idiomáticos.

A Figura 30 apresenta o aspecto de cada uma das formas citadas.

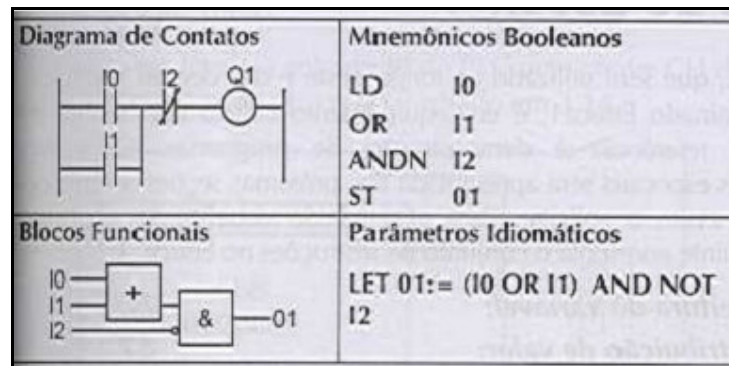


Figura 30. Trecho de programa nas quatro linhas  
Fonte: Arquivo pessoal

Diagrama de contatos, também referenciados como *ladder*, é uma programação parecida com comandos elétricos. É uma forma mais clara de apresentar uma lógica de controle aos técnicos e engenheiros eletricitistas.

Diagrama de bloco funcional, tem muita semelhança com os Diagramas Lógicos utilizados pelos eletrônicos em seus diagramas de portas digitais.

Mnemônicos booleanos, tem a forma mais condizente com o modo como os processadores operam e, portanto, a maneira mais racional de programar um CLP.

As três formas que foram citadas acima, segundo Santos e Silveira (2002 p. 93) “foram adotadas por um importante fabricante de PLC, o qual passou a denominá-las STEP 5, sigla esta que não deve ser confundida com uma linguagem de programação em si, pois é um conjunto delas”.

Adicionalmente, algumas experiências com programação em linguagem de alto nível têm sido encontradas no mercado de CLPs. Parâmetros idiomáticos em inglês ou português, além de linguagens computacionais como C e Pascal, são exemplos encontrados.

Cada fabricante pode optar por C++, Delphi ou outras linguagens de programação de níveis mais elevados, porém a maioria dos fabricantes usam a linguagem de programação *Ladder*, sua idéia original é propiciar uma ferramenta de programação que fosse facilmente aprendida por usuários que conhecessem comandos elétricos (CARVALHO, 2002).

Sabe-se então que o Controlador Lógico Programável (CLP), é um dos equipamentos mais importante na automatização da indústria.

Nos próximos capítulos serão abordados outros equipamentos que, junto ao CLP, formarão um sistema completo de automação industrial, que conforme o trabalho proposto, realizará o controle de dosagem de massa atomizada nos silos de uma empresa cerâmica.

### 4.8.1 Linguagem de Programação *Ladder*

A linguagem *Ladder* é usada para programar Controladores Lógicos Programáveis. Diferente de linguagens de programação comuns, *Ladder* é uma linguagem gráfica. Essencialmente representando redes de conexões de relés, temporizadores, contadores, comutadores, sinais de relógio, linhas de comunicação, operações de comparação, cálculos de valores para variáveis, operações de conversão e outros.

#### 4.8.1.1 Contato Aberto - RNA

Esta instrução reflete, logicamente, o comportamento real de um contato elétrico de um relé no programa aplicativo.

O contato normalmente aberto visto na Figura 31 fecha conforme o estado do seu operando associado. Caso o ponto do operando esteja no estado lógico 1 ou 0, o contato normalmente aberto está fechado ou aberto, respectivamente (Altus Sistema de Informática LTDA. MasterTool® Programming - Manual de Programação, 2004).

Quando um contato está fechado, a instrução transmite o estado lógico da sua entrada para a sua saída. Se estiver aberto, o valor da entrada não é colocado na saída.

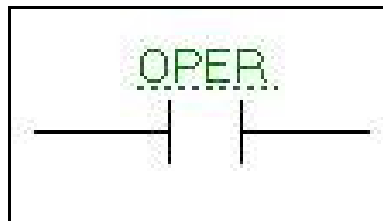


Figura 31. Contato Aberto – RNA  
Fonte: altus sistemas de informática LTDA.  
MasterTool Programming - Manual de Programação.

#### 4.8.1.2 Contato Normalmente Fechado - RNF

Esta instrução reflete, logicamente, o comportamento real de um contato elétrico de um relé no programa aplicativo.

O contato normalmente fechado possui comportamento oposto ao normalmente aberto. Caso o ponto do operando associado esteja no estado lógico 1 ou 0, o contato normalmente fechado está aberto ou fechado (Altus Sistema de Informática LTDA. MasterTool® Programming - Manual de Programação, 2004).

Quando um contato está fechado, como mostra a Figura 32, a instrução transmite o estado lógico da sua entrada para a sua saída. Se estiver aberto, o valor da entrada não é colocado na saída.

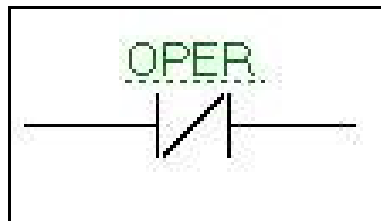


Figura 32. Contato Normalmente Fechado – RNF  
Fonte: altus sistemas de informática LTDA.  
MasterTool Programming - Manual de Programação.

#### 4.8.1.3 Bobina Simples – BOB

As instruções bobinas modificam o estado lógico do operando na memória imagem do controlador programável, conforme o estado da linha de acionamento das mesmas (Altus Sistema de Informática LTDA. MasterTool® Programming - Manual de Programação, 2004).

Na Figura 33 a instrução bobina simples liga ou desliga o ponto do operando conforme a linha de acionamento.

Se a linha de acionamento estiver energizada o ponto do operando associado é ligado, caso contrário o ponto do operando associado é desligado.

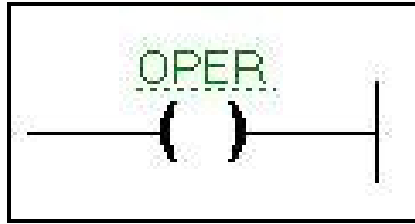


Figura 33. Bobina Simples - BOB  
 Fonte: altus sistemas de informática LTDA.  
 MasterTool Programming - Manual de Programação.

#### 4.8.1.4 Bobina Liga – BBL

As instruções bobinas modificam o estado lógico do operando na memória imagem do controlador programável, conforme o estado da linha de acionamento das mesmas (Altus Sistema de Informática LTDA. MasterTool® Programming - Manual de Programação, 2004).

Na Figura 34 a instrução bobina liga, liga o ponto do operando associado quando a linha está energizada ("set").

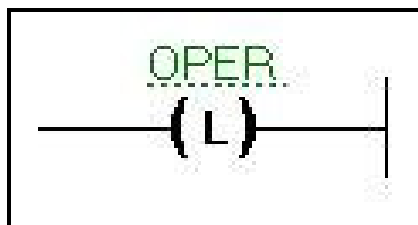


Figura 34. Bobina Liga - BBL  
 Fonte: altus sistemas de informática LTDA.  
 MasterTool Programming - Manual de Programação.

#### 4.8.1.5 Bobina Desliga – BBD

As instruções bobinas modificam o estado lógico do operando na memória imagem do controlador programável, conforme o estado da linha de acionamento das

mesmas (Altus Sistema de Informática LTDA. MasterTool® Programming - Manual de Programação, 2004).

Na Figura 35 a instrução bobina desliga modifica o estado lógico do operando na memória imagem do controlador programável, conforme o estado da sua linha de acionamento.

A instrução bobina desliga, desliga o ponto do operando associado quando a linha está energizada ("reset").

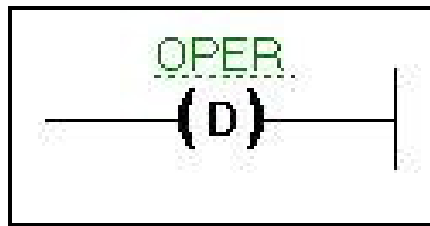


Figura 35. Bobina Desliga – BBD  
 Fonte: altus sistemas de informática LTDA.  
 MasterTool Programming - Manual de Programação.

#### 4.8.1.6 Maior - >

A instrução maior realiza a comparação do operando especificado com o valor previamente carregado no registrador interno com a instrução CAR (Carrega Operando), fornecendo o resultado da comparação em suas saídas. Caso algum acesso indireto seja inválido, a saída é desacionada.

A instrução maior energiza a sua saída se o valor contido no registrador interno previamente carregado com a instrução CAR for maior que o valor contido no operando OPER fornecido nesta instrução (Altus Sistema de Informática LTDA. MasterTool® Programming - Manual de Programação, 2004), conforme mostra a Figura 36.

Se os operandos a serem comparados são do mesmo tipo, são comparados conforme o seu formato de armazenamento (considerando o seu sinal). Se não são do

mesmo tipo, são comparados ponto a ponto (como valores binários sem sinal). Se algum dos operandos diferentes for do tipo real, o operando de menor precisão é convertido para real e após é efetuada a mesma comparação ponto a ponto.

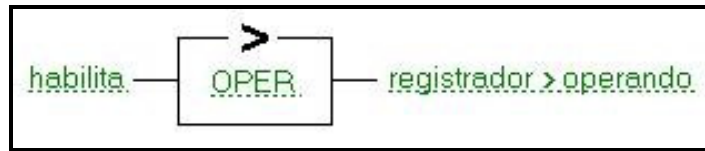


Figura 36. Maior - >

Fonte: altus sistemas de informática LTDA.

MasterTool Programming - Manual de Programação.

#### 4.8.1.7 Menor - <

A instrução menor, apresentada na Figura 37, realiza a comparação do operando especificado com o valor previamente carregado no registrador interno com a instrução CAR (Carrega Operando), fornecendo o resultado da comparação em suas saídas. Caso algum acesso indireto seja inválido, a saída é desacionada.

A instrução menor energiza a sua saída se o valor contido no registrador interno previamente carregado com a instrução CAR for menor que o valor contido no operando OPER fornecido nesta instrução (Altus Sistema de Informática LTDA. MasterTool® Programming - Manual de Programação, 2004).

Se os operandos a serem comparados são do mesmo tipo, são comparados conforme o seu formato de armazenamento (considerando o seu sinal). Se não são do mesmo tipo, são comparados ponto a ponto (como valores binários sem sinal). Se algum dos operandos diferentes for do tipo real, o operando de menor precisão é convertido para real e após é efetuada a mesma comparação ponto a ponto.

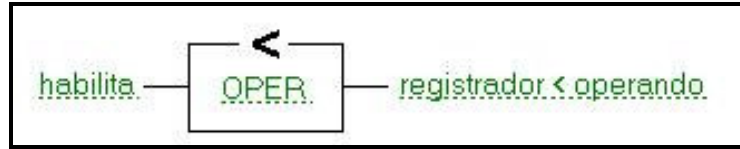


Figura 37. Menor - <  
 Fonte: altus sistemas de informática LTDA.  
 MasterTool Programming - Manual de Programação.

#### 4.8.1.8 Igual - =

A instrução igual, como mostra a Figura 38, realiza a comparação do operando especificado com o valor previamente carregado no registrador interno com a instrução CAR (Carrega Operando), fornecendo o resultado da comparação em suas saídas. Caso algum acesso indireto seja inválido, a saída é desacionada.

A instrução igual energiza a sua saída se o valor do seu operando for igual ao valor do operando presente na última instrução CAR ativa (Altus Sistema de Informática LTDA. MasterTool® Programming - Manual de Programação, 2004).

Se os operandos a serem comparados são do mesmo tipo, são comparados conforme o seu formato de armazenamento (considerando o seu sinal). Se não são do mesmo tipo, são comparados ponto a ponto (como valores binários sem sinal). Se algum dos operandos diferentes for do tipo real, o operando de menor precisão é convertido para real e após é efetuada a mesma comparação ponto a ponto.

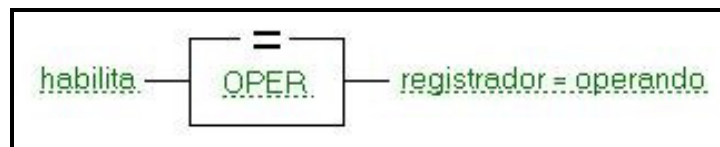


Figura 38. Igual - =  
 Fonte: altus sistemas de informática LTDA.  
 MasterTool Programming - Manual de Programação.

#### 4.8.1.9 Divisão – DIV

Esta instrução realiza a divisão aritmética de operandos. Quando a entrada habilita está energizada, ocorre a divisão do valor de OPER1 pelo valor de OPER2, sendo o resultado armazenado na memória especificada em OPER3 e o resto da operação colocado em OPER4 (Altus Sistema de Informática LTDA. MasterTool® Programming - Manual de Programação, 2004), como mostra a Figura 39.

Os operandos OPER1 e OPER2 podem ser do tipo memória, real ou constante. Se o valor de OPER2 for zero, a saída divisão por zero é acionada e em OPER3 é colocado o valor máximo ou mínimo armazenável no operando, conforme o sinal de OPER1. Neste caso, em OPER4 (resto) será armazenado zero.

As saídas da instrução somente são energizadas se a entrada habilita estiver acionada. Se não estiver acionada, OPER3 e OPER4 permanecerão inalterados.

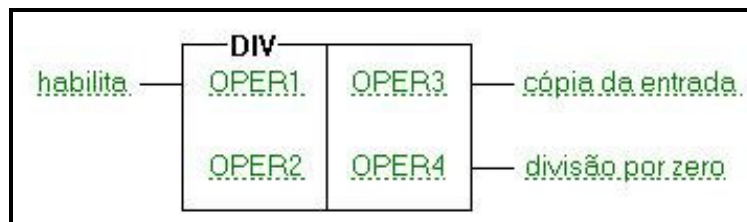


Figura 39. Divisão - DIV  
 Fonte: altus sistemas de informática LTDA.  
 MasterTool Programming - Manual de Programação.

#### 4.8.1.10 Multiplicação – MUL

Esta instrução realiza a multiplicação aritmética de operandos, como visto na Figura 40. Quando a entrada habilita está energizada, ocorre a multiplicação do conteúdo do operando especificado em OPER1 pelo especificado em OPER2.

O resultado é armazenado na memória especificada em OPER3. Caso este exceda o valor máximo armazenável em uma memória, o resultado final é este valor e a saída estouro é energizada.

Se a entrada habilita é desenergizada, nenhuma saída é ligada e OPER3 permanecerá inalterado.

Quando o operando destino da instrução é um inteiro (%M) e pelo menos um dos demais operandos da instrução é um real (%F) o resultado armazenado será truncado, ou seja, armazena-se no operando M apenas a parte inteira do resultado da operação, desprezando-se a parte fracionária (Altus Sistema de Informática LTDA. MasterTool® Programming - Manual de Programação, 2004).

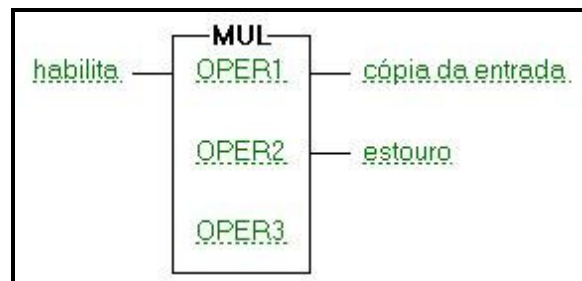


Figura 40. Multiplicação - MUL  
 Fonte: altus sistemas de informática LTDA.  
 MasterTool Programming - Manual de Programação.

#### 4.8.1.11 Soma – SOM

Esta instrução realiza a soma aritmética de operandos. Quando a entrada habilita é energizada, os valores dos operandos especificados em OPER1 e OPER2 são somados e o resultado armazenado em OPER3 (Altus Sistema de Informática LTDA. MasterTool® Programming - Manual de Programação, 2004).

Se o resultado da operação for maior ou menor do que o armazenável, a saída estouro é energizada e o máximo ou mínimo valor armazenável é atribuído a OPER3 como resultado.

Se a entrada habilita não está energizada, todas as saídas são desenergizadas e o valor de OPER3 não é alterado.

Quando o operando destino da instrução é um inteiro (%M) e pelo menos um dos demais operandos da instrução é um real (%F) o resultado armazenado será truncado, ou seja, armazena-se no operando M apenas a parte inteira do resultado da operação, desprezando-se a parte fracionária, como pode-se ver na Figura 41.

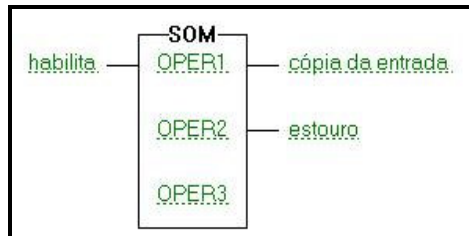


Figura 41. Soma – SOM  
 Fonte: altus sistemas de informática LTDA.  
 MasterTool Programming - Manual de Programação.

#### 4.8.1.12 Subtração – SUB

Esta instrução realiza a subtração aritmética entre operandos. Como mostra a Figura 42 Quando habilita é energizada, o valor de OPER2 é subtraído do valor de OPER1. O resultado é armazenado na memória especificada em OPER3.

As linhas de saída resultado > 0, resultado = 0 e resultado < 0 podem ser usados para comparações e são acionadas de acordo com o resultado da subtração.

Se a entrada habilita não está energizada, todas as saídas são desenergizadas e OPER3 permanece inalterado.

Se o resultado da operação excede o maior ou menor valor armazenável no operando, o respectivo valor limite é considerado como resultado.

Quando o operando destino da instrução é um inteiro (%M) e pelo menos um dos demais operandos da instrução é um real (%F) o resultado armazenado será truncado, ou seja, armazena-se no operando M apenas a parte inteira do resultado da operação, desprezando-se a parte fracionária (Altus Sistema de Informática LTDA. MasterTool® Programming - Manual de Programação, 2004).

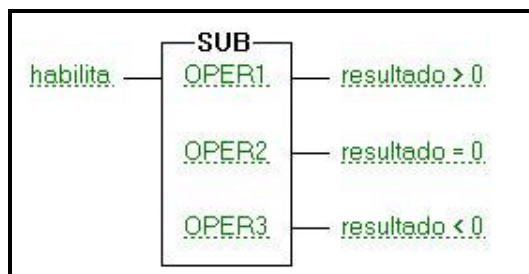


Figura 42. Subtração – SUB

Fonte: altus sistemas de informática LTDA.

MasterTool Programming - Manual de Programação.

## 5 INVERSOR DE FREQUÊNCIA

Atualmente a necessidade de aumento de produção e diminuição de custos, se fez dentro deste cenário surgir à automação. Com isto uma grande infinidade de equipamentos foram desenvolvidos para as mais diversas variedades de aplicações e setores industriais. Um dos equipamentos mais utilizados nestes processos conjuntamente com o CLP é o Inversor de Frequência, visto na Figura 43, um equipamento versátil e dinâmico.

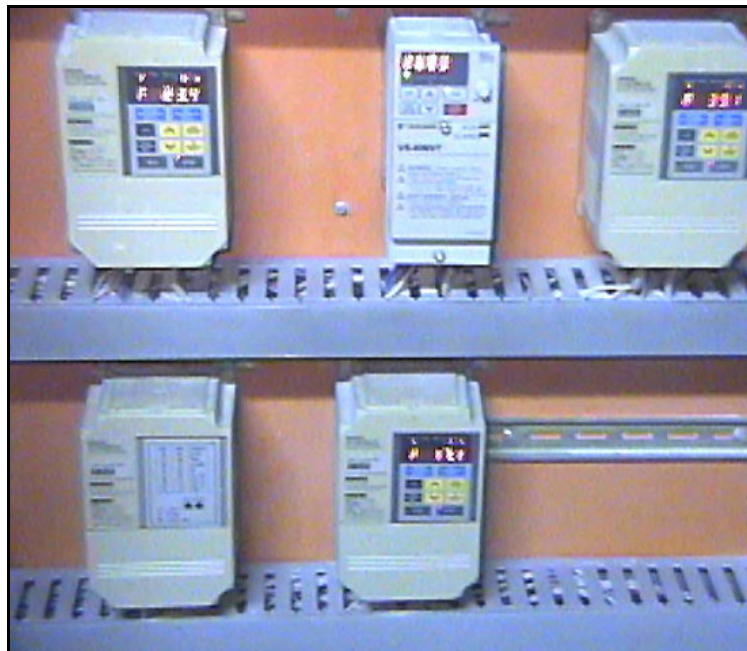


Figura 43. Inversores de frequência  
Fonte: Arquivo pessoal

### 5.1 PRINCÍPIO BÁSICO DO INVERSOR DE FREQUÊNCIA.

O avanço da Eletrônica de Potência permitiu o desenvolvimento de conversores de frequência com dispositivos de estado sólido, inicialmente com tiristores e atualmente estamos na fase dos transistores, mais especificamente transistor bipolar de gatilho isolado (IGBT), onde sua denominação é transistor bipolar de porta isolada.

Os ciclo-conversores antecederam de certa forma os atuais inversores, eles eram utilizados para converter 60Hz da rede em uma frequência mais baixa, era uma conversão Corrente Alternada – Corrente Alternada (CA-CA), já os inversores utilizam a conversão Corrente Alternada – Corrente Contínua (CA-CC) e por fim em CA novamente.

Os inversores podem ser classificados pela sua topologia, esta por sua vez é dividida em três partes, sendo a primeira para o tipo de retificação de entrada, a segunda para o tipo de controle do circuito intermediário e a terceira para a saída.

Os inversores possuem algumas topologias e siglas como CSI, PAM, PWM/VVC e etc. Independente da topologia utilizada tem-se agora uma tensão CC em um circuito intermediário e deve-se transformar em tensão CA para acionar o motor AC. Na Figura 44 é apresentado um circuito em bloco de um inversor com a topologia tipo PWM, esta topologia é a mais utilizada nos inversores de frequência atuais.

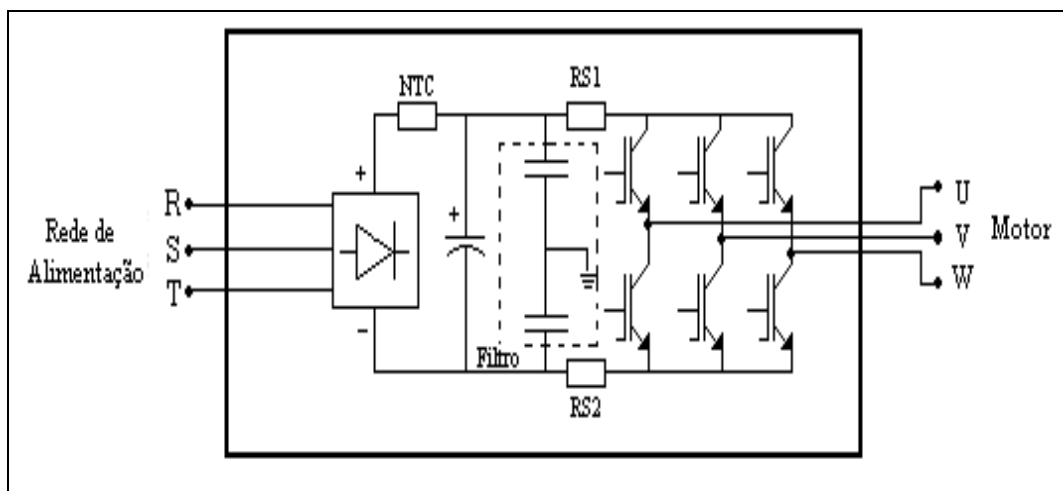


Figura 44. Diagrama de blocos de um inversor  
Fonte: Manual do inversor CFW 08 da WEG

O diagrama de blocos possui três circuitos distintos:

- a) circuito do módulo de entrada;
- b) circuito intermediário;

c) circuito do módulo de saída.

Como a tensão é fixa, deve-se então chavear os transistores de saída pela modulação de largura de pulso para obter-se uma forma de tensão CA sintetizada e de frequência variável, com isto estamos agora apto a variar a velocidade do motor.

A variabilidade da frequência é muito grande, atualmente seu valor está entre 0 e 400 Hz, esta pode ser de forma escalar ou vetorial.

## 6 CÉLULA DE CARGA

### 6.1 PRINCIPIO DE FUNCIONAMENTO

O princípio de funcionamento das células de carga baseia-se na variação da resistência ôhmica de um sensor apresentado na Figura 45, denominado extensômetro ou *strain gage*.

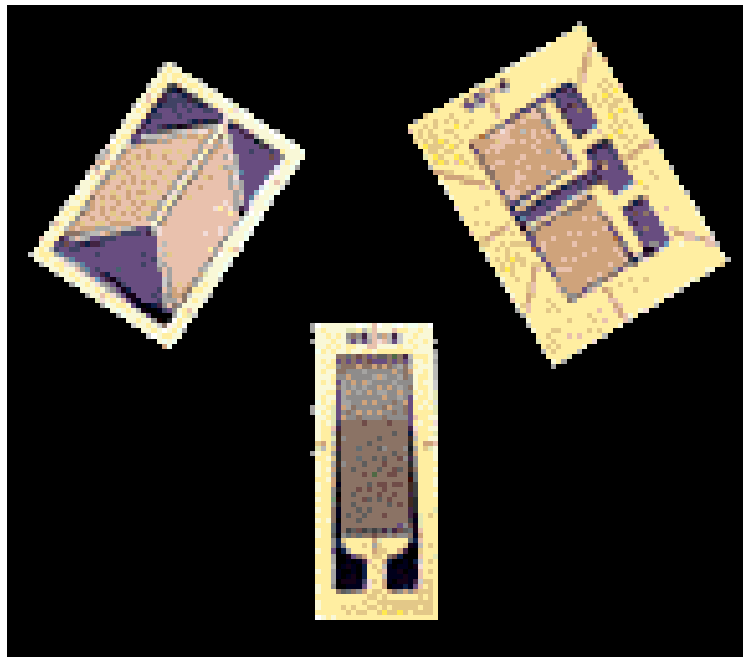


Figura 45. Extensômetro ou *Strain-Gage*  
Fonte: Arquivo pessoal

Quando submetido a uma deformação, esta variação de resistência é transferida para o CLP. São utilizadas comumente em células de carga quatro extensômetros ligados entre si, visto na Figura 46, segundo a ponte de *Wheatstone*.

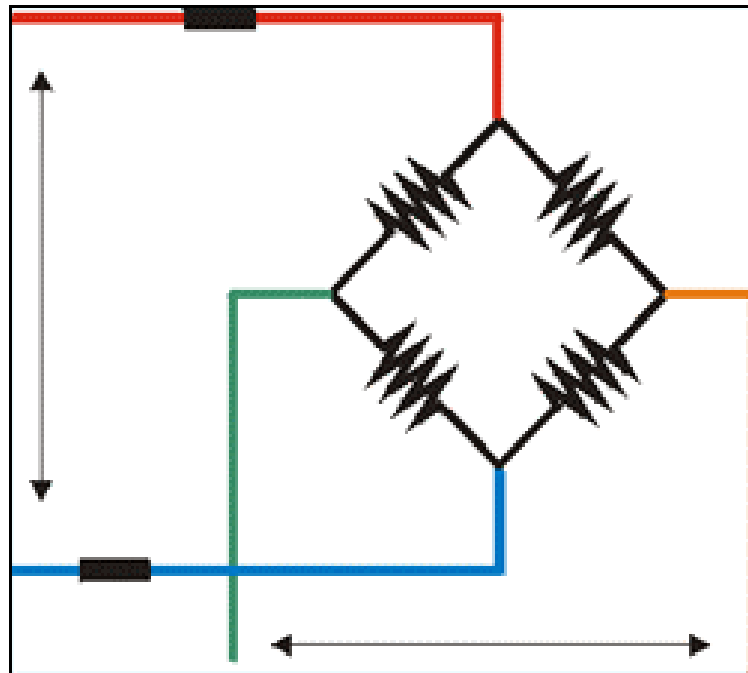


Figura 46. Ponte de *Wheatstone*  
 Fonte: Arquivo pessoal

E o desbalanceamento da mesma, em virtude da deformação dos extensômetros, é proporcional à força que a provoca.

É através da medição deste desbalanceamento que se obtém o valor da força aplicada, os extensômetros são colados a uma peça metálica (alumínio, aço ou liga cobre-berílio), denominada corpo da célula de carga e inteiramente solidários à sua deformação.

A força atua, portanto, sobre o corpo da célula de carga e a sua deformação é transmitida aos extensômetros, que por sua vez medirão sua intensidade. Obviamente que a forma e as características do corpo da célula de carga devem ser objeto de um meticuloso cuidado, tanto no seu projeto quanto na sua execução, visando assegurar que a sua relação de proporcionalidade entre a intensidade da força atuante e a conseqüente deformação dos extensômetros seja preservada tanto no ciclo inicial de pesagem quanto

nos ciclos subsequentes, independentemente das condições ambientais. A forma geométrica, portanto, deve conduzir a uma "linearidade" dos resultados.

Considerando-se que a temperatura gera deformações em corpos sólidos e que estas poderiam ser confundidas com a provocada pela ação da força a ser medida, há necessidade de se "compensar" os efeitos de temperatura através da introdução no circuito de *Wheatstone* de resistências especiais que variem com o calor de forma inversa a dos extensômetros, um efeito normalmente presente ao ciclo de pesagem e que deve ser controlado com a escolha conveniente da liga da matéria-prima da célula de carga é o da "histerese".

Decorrente de trocas térmicas com o ambiente da energia elástica gerada pela deformação, o que acarreta que as medições de cargas sucessivas não coincidam com as descargas respectivas, ilustradas na Figura 47.

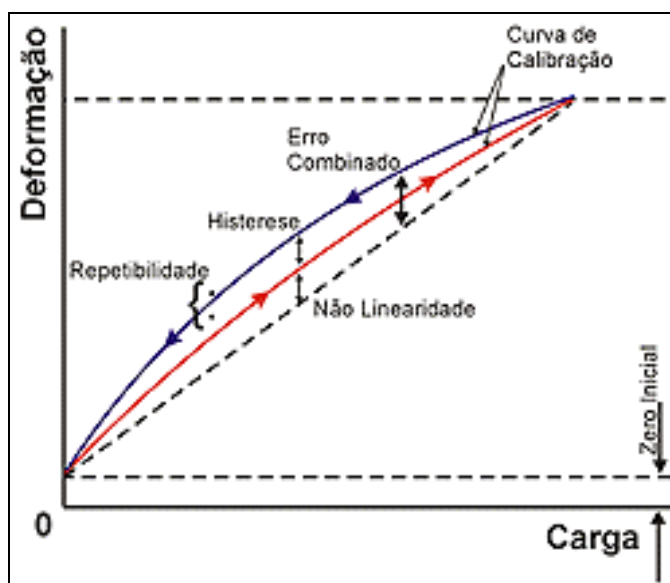


Figura 47. Gráfico de deformação x carga  
Fonte: Arquivo pessoal

Outro efeito que também deve ser controlado é a "repetibilidade" ou seja, indicação da mesma deformação decorrente da aplicação da mesma carga

s sucessivamente, também deve ser verificada e controlada através do uso de materiais isotrópicos e da correta aplicação da força sobre a célula de carga.

Finalmente, deve-se considerar o fenômeno da "fluência" ou *creep*, que consiste na variação da deformação ao longo do tempo após a aplicação da carga. Este efeito decorre de escorregamentos entre as faces da estrutura cristalina do material e apresenta-se como variações aparentes na intensidade da força sem que haja incrementos, como mostra a Figura 48.

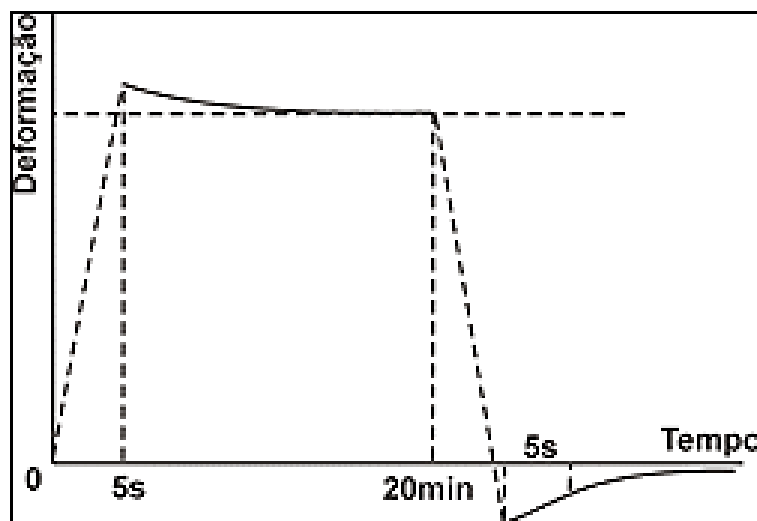


Figura 48. Gráfico de deformação x tempo mostrando a fluência ou *creep*  
Fonte: Arquivo pessoal

Existem vários modelos de células de carga para atender as mais variadas aplicações, tanto em termos mecânicos quanto em relação ao peso necessário para atender o processo. A Figura 49 ilustra os vários tipos de células de carga e suas capacidades de medição.

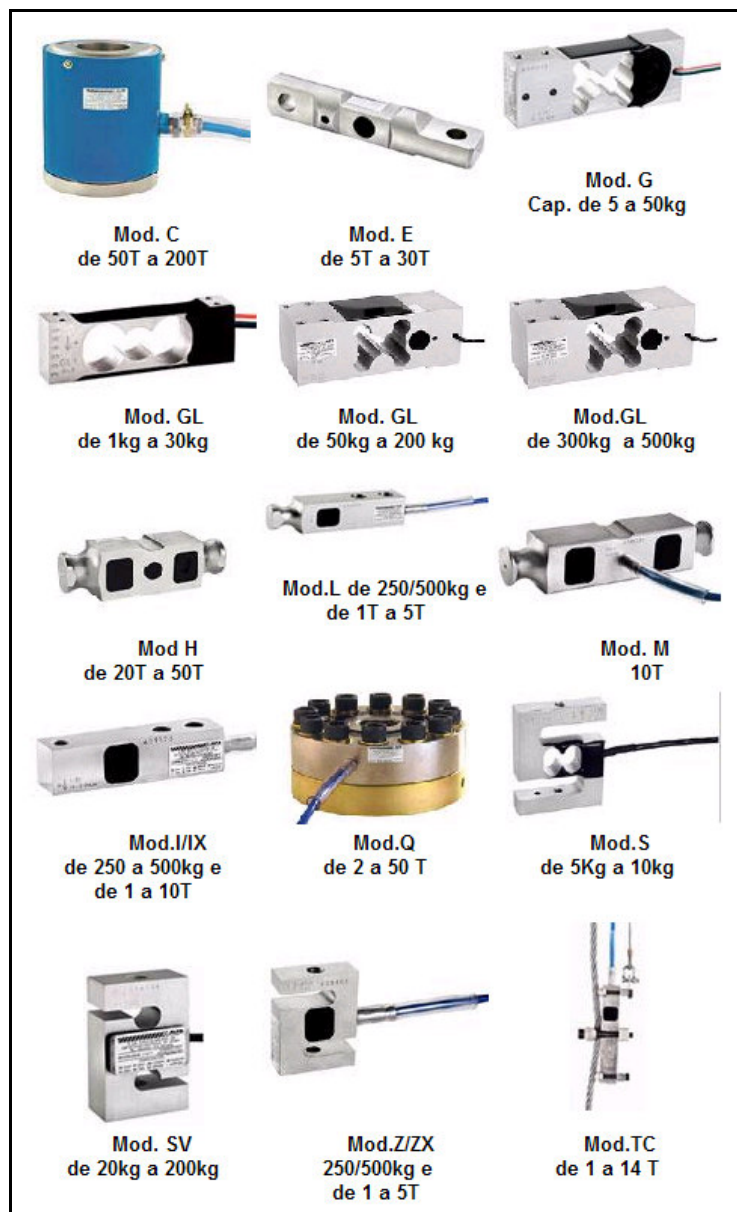


Figura 49. Tipos de células de carga  
Fonte: alfa instrumentos

## 6.2 CORREIA PESADORA

A célula de carga ou correia pesadora do sistema de pesagem de matéria prima, consiste de um conjunto de roletes, pendulados por uma balança cujo curso angular se transfere para um movimento linear e este deforma um extensômetro

resistivo cujo princípio de medição consiste numa variação de resistência proporcional à deformação do dispositivo.

A correia transportadora de massa está apoiada nos roletes. O objetivo do sistema é de calcular a quantidade total instantânea de massa que passa pelo ponto de medição. Isto é feito integrando-se as forças-peso em relação ao tempo.

Como todo sistema de medição digital, possui um período de aquisição ( $T$ ). É ele que irá determinar a diferencial temporal sob a qual o microcontrolador processa o somatório. Neste período de tempo, provavelmente controlado pela velocidade da esteira dada pelo *encoder*, o microcontrolador adquire o valor de massa naquele instante, e integra ao valor acumulado levando em consideração a velocidade da esteira. Na Figura 50 é apresentado o sistema de pesagem.

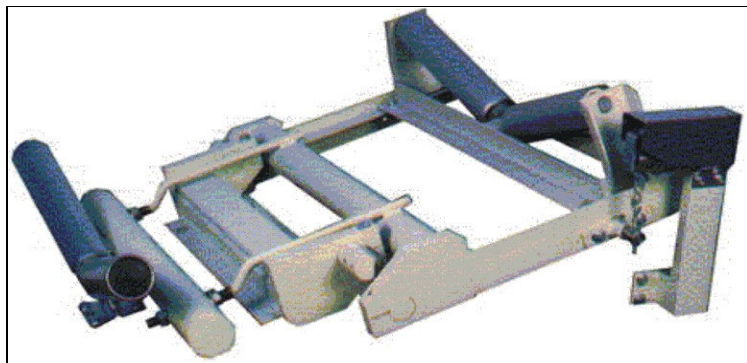


Figura 50. Sistema de pesagem com célula de carga  
Fonte: Arquivo pessoal

O uso de células de carga como transdutores de medição de força abrange hoje uma vasta gama de aplicações: desde nas balanças comerciais até na automatização e controle de processos industriais.

A popularização do seu uso decorre do fato que a variável peso é interveniente em grande parte das transações comerciais e de medição das mais freqüentes dentre as grandezas físicas de processo.

Associa-se, no caso particular do Brasil, a circunstância que a tecnologia de sua fabricação, que antes era restrita a nações mais desenvolvidas, é hoje amplamente dominada pelo nosso país, que desponta como exportador importante no mercado internacional.

## 7 SENSOR ELETROMECAÂNICO DE NÍVEL PARA SÓLIDOS (ROTOBIM)

Os sensores apresentados na Figura 51 têm a função de controlar o nível máximo e nível mínimo dos reservatórios ao qual forem instalados.



Figura 51. Sensor de nível para sólidos  
Fonte: COEL controles elétricos Ltda

A pá de controle de nível é acionada por um conjunto motoredutor síncrono acoplado ao eixo por meio de uma fricção que tem por função proteger o mecanismo em caso de pequenos choques entre o material e a pá.

Quando esta, que se move a uma rotação constante de 1 rpm, encontra resistência do material, um micro interruptor interno é acionado e o motor bloqueado. O conjunto pode permanecer nesta condição indefinidamente ou voltar a condição inicial caso o nível do material libere a pá.

Ao subir o nível do material, a pá que estava em movimento será bloqueada, isto provocará o deslocamento do conjunto moto-redutor interno ao aparelho, o qual após algum tempo acionará o micro que bloqueia o motor.

## 7.1 DESCRIÇÃO GERAL

Segue abaixo as descrições gerais do sensor eletromecânico de nível para sólidos:

- a) controlam nível de materiais sólidos particulados;
- b) corpo blindado resistente a impurezas e choques mecânicos;
- c) carcaça em alumínio fundido protegida por pintura epóxi eletrostática;
- d) eixo e pá em aço inoxidável 303/304;
- e) fixado através de flanges;
- f) vários comprimentos de eixo a sua disposição;
- g) totalmente imunes a ruídos.

## 7.2 APLICAÇÕES

Os itens apresentados a seguir especificam as áreas de aplicações do sensor eletromecânico de nível para sólidos:

- a) silos;
- b) armazenagem de grãos;
- c) indústrias de cimento;
- d) indústrias cerâmicas;

- e) indústrias de rações;
- f) moinhos;
- g) indústria química;
- h) indústria siderúrgica;
- i) cooperativas agrícolas;
- j) indústrias de cosméticos;
- k) indústrias alimentícia;
- l) pavimentadoras.

### 7.3 FUNCIONAMENTO

A pá deverá ser localizada em uma região do reservatório de baixa velocidade de fluxo de material, ou seja, distante das linhas de carga e descarga dos reservatórios, tomando a precaução que o ponto escolhido represente o real nível do mesmo. Caso a pá encontrasse em uma região que sofra choques com o material no carregamento do reservatório que danificaria o aparelho, a mesma deverá receber um protetor conforme mostra a Figura 52.

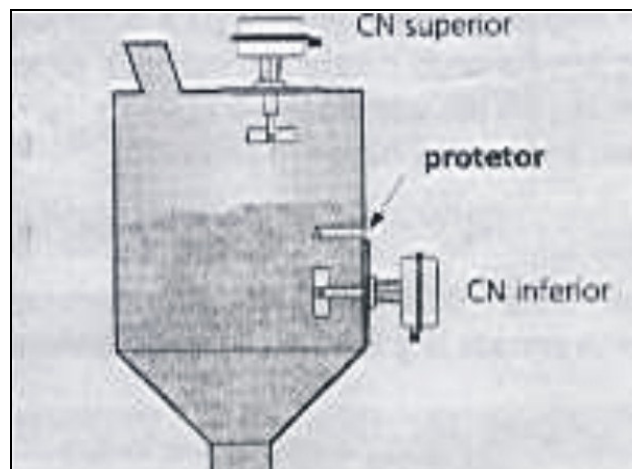


Figura 52. Posição dos sensores  
Fonte: COEL controles elétricos Ltda

## 8 ELIPSE SCADA

O Elipse Scada é um software para supervisão e controle de processos que alia alto desempenho e grande versatilidade, representados em seus diversos recursos que facilitam e agilizam a tarefa de desenvolvimento de sua aplicação. (Elipse Software Ltda. Elipse Scada - Manual do Usuário, 2006 p. 07).

Veja na Figura 53 o ambiente de Programação Elipse SCADA.

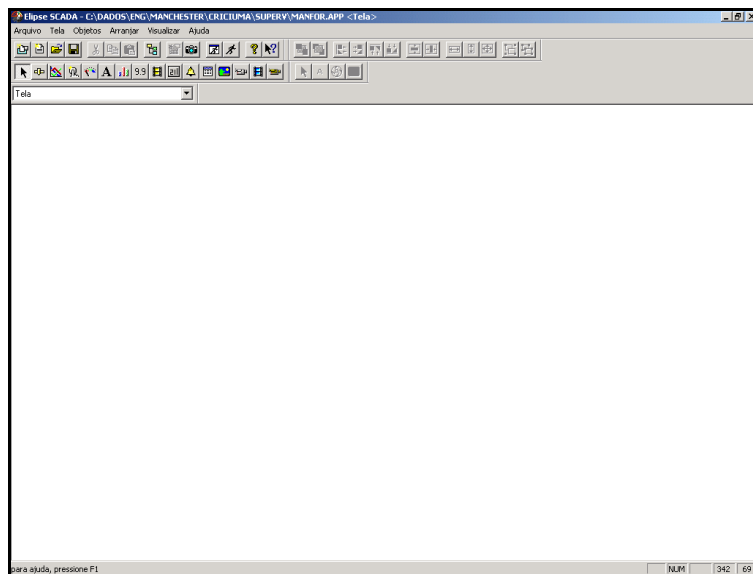


Figura 53. Ambiente de Programação Elipse SCADA  
Fonte: Arquivo pessoal

Totalmente configurável pelo usuário, permite a monitoração de variáveis em tempo real, através de gráficos e objetos que estão relacionados com as variáveis físicas de campo. Também é possível fazer acionamentos e enviar ou receber informações para equipamentos de controle e aquisição de dados. Além disso, através de sua exclusiva linguagem de programação, o Elipse Basic, é possível automatizar diversas tarefas, a fim de atender às necessidades específicas de todas as empresas.

Estes sistemas são desenvolvidos para funcionar como interfaces humano-máquina, estações de supervisão local de processos industriais ou estações

concentradoras de dados em processos distribuídos. São baseados em microcomputadores interligados a controladores programáveis, estações remotas ou outros equipamentos de aquisição de dados. Podem ser indicadas como aplicações típicas:

- a) **terminal local em máquinas:** O sistema de supervisão funciona como interface de comando de uma máquina (prensas, extrusoras, máquinas têxteis, fornos e outros). A interface é realizada através de terminais industriais com teclado de membrana ou monitores de vídeo. Este sistema proporciona uma interface muito mais amigável e poderosa para a operação da máquina;
- b) **terminal remoto conectado a máquinas:** O sistema pode estar ligado a várias máquinas, desde que se disponha de uma rede de comunicação apropriada. Aplicações típicas neste caso são controle de produção e manutenção, envio de parâmetros e receitas para as máquinas, otimização do trabalho de supervisores, registro de falhas/alarmes e arquivamento automático de valores extraídos das máquinas;
- c) **estação de supervisão local de processos:** Os sistemas possuem grande flexibilidade para conexão com vários tipos de CLPs, *single-loops* ou unidades remotas, com grande independência do hardware utilizado. Desta forma ele é utilizado como estação de supervisão *on-line* do processo, executando as funções de sinóticos de monitoração das plantas, controle de situações de alarme, gráficos de tendência e históricos, relatórios automáticos e interface para entrada/monitoração de dados do processo;

- d) **concentrador em processos distribuídos:** Devido à possibilidade de supervisão de um grande número de pontos, estes sistemas permitem que sejam utilizados como concentradores de informação em sistemas de controle distribuído. Essa arquitetura pode servir de elo de comunicação entre a planta e sistemas administrativos. Além disso, a arquitetura distribuída permite que a base de dados seja compartilhada entre vários equipamentos distintos.

## 9 MASTERTOOL PROGRAMMING

O MasterTool Programming é o software de programação dos Controladores Programáveis da ALTUS. Utiliza a linguagem de programação *Ladder*, também chamada de Linguagem de Relés e Blocos (Altus Sistema de Informática LTDA. MasterTool® Programming - Manual de Programação, 2004). Apresentado a seguir na Figura 54 o ambiente de Programação MasterTool.

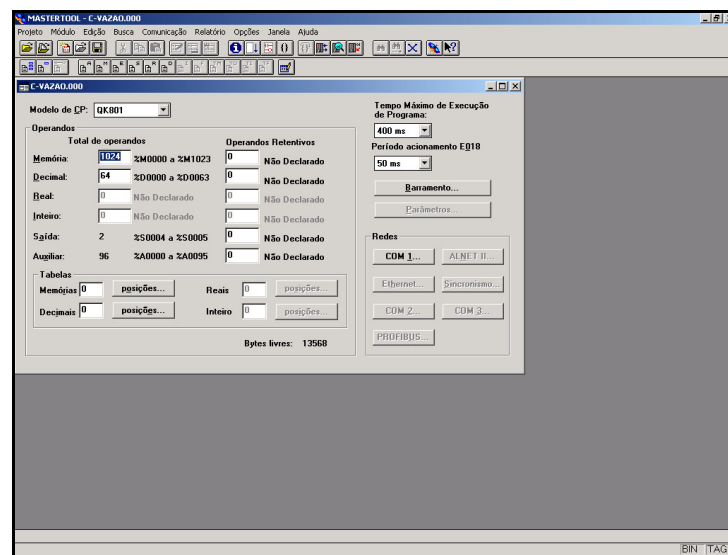


Figura 54. Ambiente de Programação MasterTool  
Fonte: Arquivo pessoal

O programa aplicativo tem como objetivo a execução de tarefas de controle. Este programa, quando carregado no Controlador Lógico Programável (CLP), faz com que este passe a exercer as funções de controle da máquina ou processo para o qual está sendo programado.

As instruções disponíveis para a construção do programa aplicativo no MasterTool são programadas em linguagem de relés e blocos, muito semelhante à linguagem de contatos elétricos e bobinas, utilizadas na descrição dos painéis de controle a relé.

O MasterTool é o mais completo software para programação dos Controladores Lógicos Programáveis Altus.

Utiliza recursos fornecidos pelo ambiente Windows para oferecer uma interface homem-máquina poderosa, aliado a múltiplos recursos para manipulação de dados. Características gerais:

- a) Aplicação Windows multi-janelas e multi-tarefas, do tipo MDI (*Multiple Document Interface*);
- b) introduz o conceito de projeto, o qual relaciona um arquivo de configuração a vários arquivos de programa, formando um ambiente de trabalho;
- c) possui arquivo de referência cruzada atualizado permanentemente durante a edição das lógicas, permitindo o acesso imediato aos locais onde determinada variável é utilizada;
- d) suporte a comunicação em tempo real dos operandos de múltiplos CLPs simultaneamente;
- e) permite a troca de lógicas documentadas entre módulos de programa;
- f) possui alocação dinâmica de operandos durante a edição de módulos;
- g) operação por mouse e/ou teclado;
- h) sistema de ajuda integrado no padrão Windows sensível ao contexto;
- i) analisador de protocolo interno ao sistema, que monitora os dados que trafegam no canal serial;
- j) compatibilidade com o software programador AL-3830 Altus;

## 10 TRABALHO DESENVOLVIDO

Este sistema propõe a oferecer para a empresa Eliane Porcellanato, sendo demonstrado através de estudos relacionados com a utilização da automação industrial, um sistema de equipamentos eletrônicos e mecânicos que controlam seu próprio funcionamento, quase sem a intervenção do homem.

Pesquisa esta que apresentará uma alternativa que possa gerar um ganho de produção e proporcionar diminuição do gasto de energia, bem como da quantidade de massa atomizada perdida no processo de dosagem dos silos no setor de modelagem.

Através desta pesquisa, também disponibilizar a relação entre a automação industrial e computação.

Será demonstrado como se realizará a interligação e programação dos equipamentos de automação industrial como: Controlador Lógico Programável (CLP), comunicação de controle de peso, inversor de frequência, célula de carga, sensor eletromecânico de nível para sólidos, e será abordado como ocorrerá a comunicação entre os equipamentos.

O caminho a ser percorrido para realização da pesquisa é:

- a) estudo do processo no setor de modelagem de uma empresa cerâmica;
- b) necessidade da empresa no que se refere ao problema;
- c) levantamento dos equipamentos necessários para o projeto;
- d) levantamento bibliográfico;
- e) estudo das funções de cada equipamento;
- f) estudo dos softwares MasterTool e Elipse Scada;
- g) implementação do Sistema de controle de dosagem de massa atomizada.

## 10.1 PROGRAMAÇÃO DO CLP

Será utilizado neste trabalho o Controlador Lógico Programável QK-801, da Altus. Os CLPs QK801 são destinados a supervisão e controle de processos para até 512 pontos digitais de Entrada e Saída.

Incorporam interface serial RS-232C para carga de programa e rede de supervisão ALNET I versões 1.00 e 2.00.

Os CLPs estão disponíveis em duas tensões de alimentação, na faixa de 93,5 a 253 Vac (QK801) e na faixa de 19,2 a 57,6 Vdc (QK801-LV).

De concepção extremamente compacta, possuem integrados em uma única caixa plástica o CLP e a fonte de alimentação. Caracterizam-se por possuir uma estrutura de software com programação em linguagens de relés organizada em módulos.

As principais características são apresentadas na Figura 55.

<b>PRODUTO</b>	<b>QK801</b>
Número máximo de módulos de E/S	32
Número máximo de pontos de E/S	512
Capacidade máxima de memória	128K RAM 128K FLASH
Capacidade padrão de memória	32K RAM 64K FLASH
Relógio de tempo real	SIM
Canal serial secundário	SIM
Microcontrolador Intel	80C32
Frequência de klok	14,7456MHz

Figura 55. Características do CLP QK-801  
Fonte: Arquivo pessoal

Um documento completo, que apresenta todas as características técnicas do CLP, é mostrado no ANEXO A.

O software de programação do CLP é o MasterTool versão 4.0. O software aplicativo desenvolvido para controle do sistema é composto por 07 módulos, sendo 01 módulo principal e 06 módulos do tipo sub-rotina.

O modulo principal (e-vazao.001) é responsável por calcular o peso de cada matéria-prima em função dos percentuais de cada receita programada na tela de programação e também pela chamada de todas as subrotinas.

A subrotina 01 (p-dos\_p1.001) é responsável pelos procedimentos de enchimento (dosagem) dos silos da prensa 1. A subrotina 02 (p-esv\_p1.002) é responsável pelos procedimentos de retirada dos produtos dos silos para posterior mistura.

As subrotinas 03 (p-dos\_p2.003) e 04 (p-esv\_p2.004) são responsáveis pelos mesmos procedimentos para a prensa 2, assim como as subrotinas 05 e 06 são responsáveis pelos procedimentos para a prensa 3.

Veja na Figura 56 a tela de programação do modulo principal.

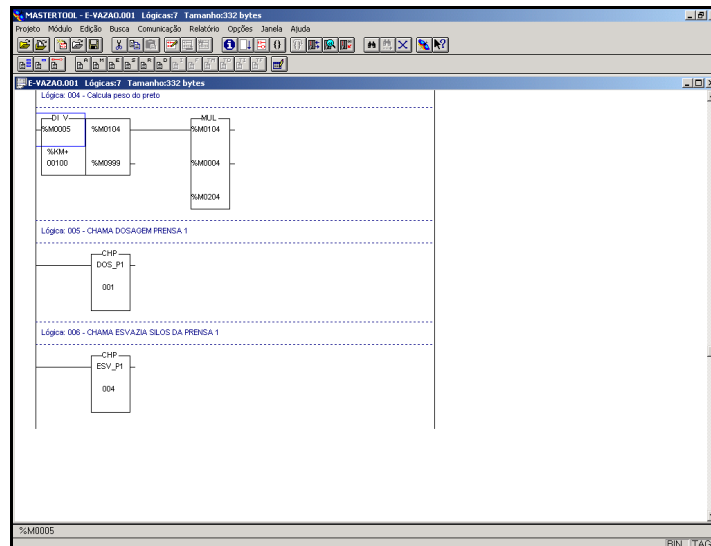


Figura 56. Tela de programação do modulo principal  
Fonte: Arquivo pessoal

## 10.2 SISTEMA DE SUPERVISÃO ELIPSE SCADA

Será utilizado no presente trabalho o software de supervisão Elipse SCADA versão 2.28. O sistema é composto por quatro (4) telas principais:

### 10.2.1 Tela de Apresentação

Esta é a tela de apresentação, vista na Figura 57, a tela inicial do sistema, sendo a principal para realização das tarefas.

Esta tela dispõe das funções de data/hora, além de possuir uma opção para maior segurança com os campos de usuário e senha. E uma barra na parte inferior da tela com botões onde se pode navegar por todas as telas do sistema. Esta tela também possui um objeto de alarmes, que mostra os quatro últimos alarmes ocorridos no processo.

Encontramos em destaque a foto do setor de modelagem de uma empresa cerâmica onde o sistema está sendo implementado.

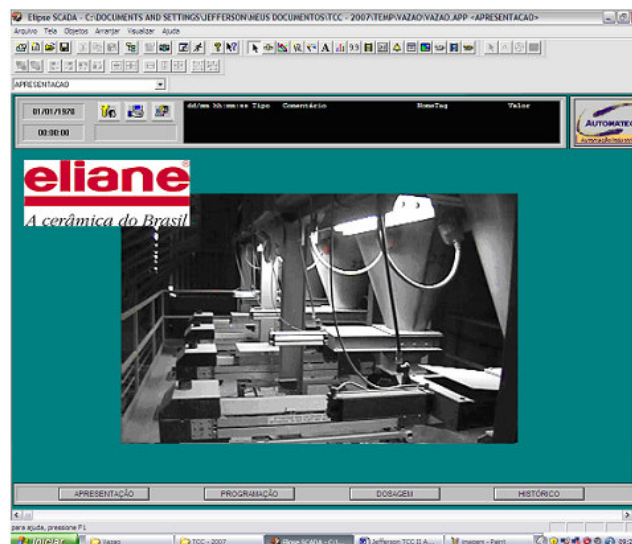


Figura 57. Tela de apresentação

Fonte: Arquivo pessoal

### 10.2.2 Tela de Programação

Na tela de programação apresentada na Figura 59, o usuário do sistema dispõe das seguintes funções:

- a) **metragem produzida**, valor digitado pelo operador do sistema em m<sup>2</sup>;
- b) **antecipação**, função do sistema onde é enviado, para o reservatório de matéria-prima, um comando cessando o envio da mesma para os silos de 3,5T. Considerando que este comando é dado com antecedência para que a matéria-prima encontrada na correia complete o enchimento do silo;
- c) **peso total da receita**, quantidade exata de matéria-prima a ser consumida;
- d) **prensa destino**, que irá definir para qual prensa a matéria prima será encaminhada;
- e) **porcentagem (%) de matéria prima** é a etapa na qual o usuário irá dividir entre os silos as matérias-primas referentes à receita a ser produzida;
- f) **peso por matéria-prima em cada silo** apontará automaticamente o peso em quilogramas referente a porcentagem destinada a cada silo;
- g) **silo destino** é a etapa onde o usuário decide em qual silo se encaminhará cada matéria-prima já dividida na porcentagem definida;
- h) **espaço disponível em cada silo**, esta etapa do programa trabalha junto à Célula de Carga (balança) de cada silo destino, na qual sua função é apontar a quantidade de matéria-prima em quilogramas, existente dentro

de cada silo, para que o usuário saiba a possibilidade de uma nova dosagem;

- i) **gravar receitas**, a cada referência produzida o sistema disponibiliza esta função para que cada receita possa ser gravada, agilizando desta forma o processo de uma futura produção desta mesma referência;
- j) **editar receitas**, onde se pode realizar alterações nas receitas já existentes e deletar receitas antigas;
- k) **dosagem impossível**, é uma mensagem do sistema, que aparecerá quando o usuário for realizar uma nova dosagem, sendo que esta quantidade é maior do que o espaço disponível no silo.

A programação de receitas somente poderá ser realizada por pessoas que possuam autorização para tal tarefa. Para isto é necessário efetuar um *login*, digitando nome de usuário e senha, visto na Figura 58.

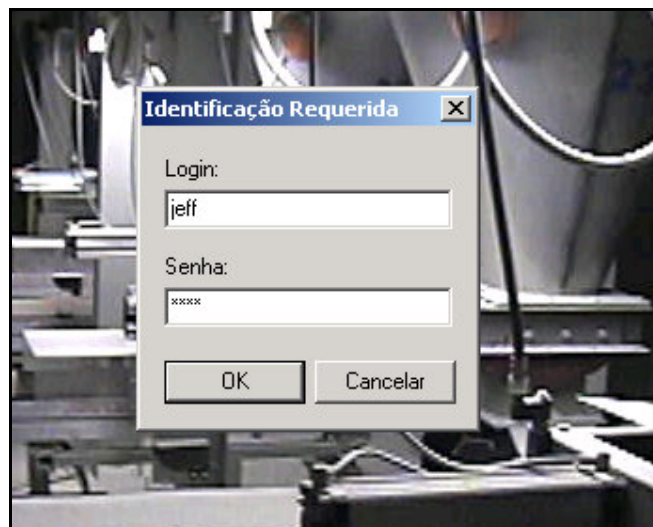


Figura 58. Janela de *login*  
Fonte: Arquivo pessoal

Há dois níveis de proteção no sistema. O primeiro nível (operação) permite apenas as operações de monitoração, início e final do processo. O segundo nível (supervisão) permite, além do nível de operação, a programação e edição de receitas.

Figura 59. Tela de Programação  
Fonte: Arquivo pessoal

### 10.2.3 – Tela de Monitoração da Dosagem

Na tela de monitoração da dosagem, apresentada na Figura 60, além dos 5 (cinco) silos, o usuário do sistema dispõe das seguintes funções:

- a) inicia dosagem, comando para iniciar a dosagem dos silos;
- b) liga, faz com que a esteira funcione transportando a matéria-prima para os silos.
- c) dosar, se o valor digitado na tela de programação esta dentro do limite permitido o usuário precisa clicar no botão dosar para que o processo de enchimento dos silo se inicie.
- d) correia alimentadora, é o transporte que conduz a matéria-prima para seu destino, neste caso os silos.
- e) facões, é um braço mecânico que encontra-se na correia alimentadora com a função de desviar a massa atomizada para dentro dos silos.

- f) sensores, encontram-se em cada silo 2 (dois) sensores tipo rotobim, sendo um na parte superior do silo acusando nível máximo – silo cheio - e outro na parte inferior acusando nível mínimo – que indica que encontra-se uma pequena quantidade de matéria-prima existente no silo.
- g) balanças, o sistema possui balanças (Célula de Carga) nas correias alimentadoras, onde as mesmas monitoram a quantidade em quilogramas de matéria-prima e o fluxo em Kg/min, que abastecem os silos, e para uma maior segurança o sistema possui também balanças embaixo dos silos para obter o peso real de produto no silo.

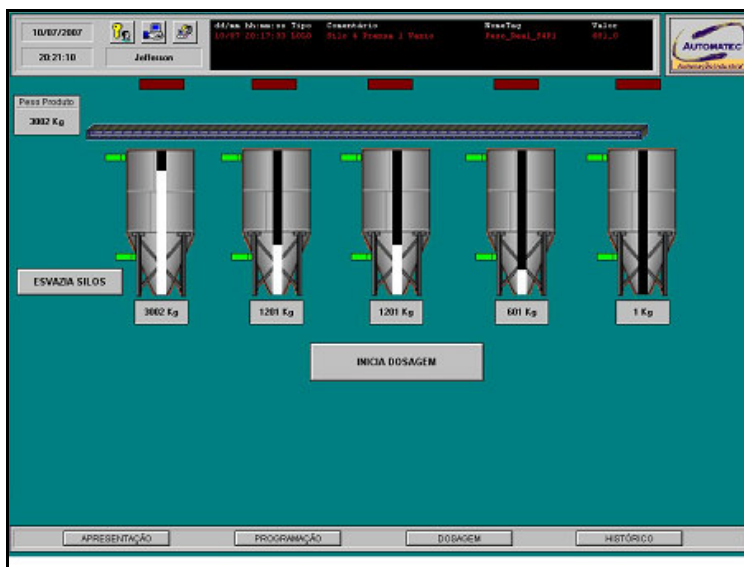


Figura 60. Tela de monitoração da dosagem  
Fonte: Arquivo pessoal

#### 10.2.4 – Tela de Histórico de Alarmes

Na tela de histórico de alarmes, vista na Figura 61, são mostrados todos os alarmes ocorridos no sistema, com a opção de reconhecimento dos mesmos. Esta tela é bastante útil para verificar todos os problemas que aconteceram durante a produção,

inclusive em lotes que já foram produzidos, para evitar que produtos com defeito cheguem ao mercado.

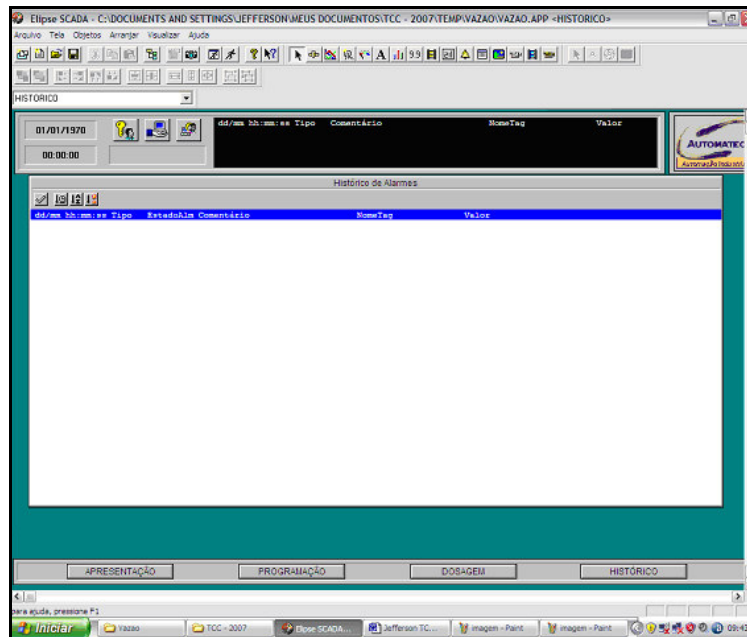


Figura 61. Tela de Histórico de Alarmes  
Fonte: Arquivo pessoal

### 10.3 COMUNICAÇÃO ENTRE O CLP E O SISTEMA DE SUPERVISÃO

A comunicação entre o CLP Quark-801 e o sistema de supervisão Elipse SCADA é realizada através do protocolo de rede ALNET I.

A ALNET I é uma rede de comunicação mestre-escravo, com transmissão serial de dados e topologia barramento, especificada para a interligação dos controladores programáveis fabricados pela ALTUS.

Sendo uma rede do tipo mestre-escravo, torna-se necessário um equipamento gerenciador da troca de informações na mesma - o mestre, que possua a iniciativa de enviar comandos para os equipamentos passivos na rede - os escravos, que somente interpretam comandos, os executam e respondem ao mestre.

Tipicamente são utilizados microcomputadores e placas de processamento de comunicação como dispositivos mestres e controladores programáveis como escravos.

Cada controlador escravo possui um número lógico que o identifica perante o mestre, para o endereçamento dos comandos enviados pelo mesmo. Não é permitida a presença simultânea na rede de dois equipamentos com o mesmo endereço de identificação.

A comunicação serial entre terminais de programação e os controladores é realizada de forma ponto-a-ponto, somente com os dois equipamentos. Os comandos utilizados neste tipo de comunicação possuem endereço igual a zero, sendo respondidos por qualquer controlador.

Características principais da rede ALNET I:

- a) permite supervisão e comando de variáveis do CLP;
- b) comunicação mestre-escravo;
- c) velocidade: 9600 bps;
- d) protocolo ALNET I: leitura e escrita de operandos de CLP, leitura e carga de módulos de programa;
- e) interliga um único mestre com múltiplos nós escravos (CLPs);
- f) barramento padrão RS-485;
- g) pode utilizar Modem.

A Figura 62 apresenta as janelas de configuração do driver ALNET I, utilizado para comunicação do CLP com o sistema de supervisão.

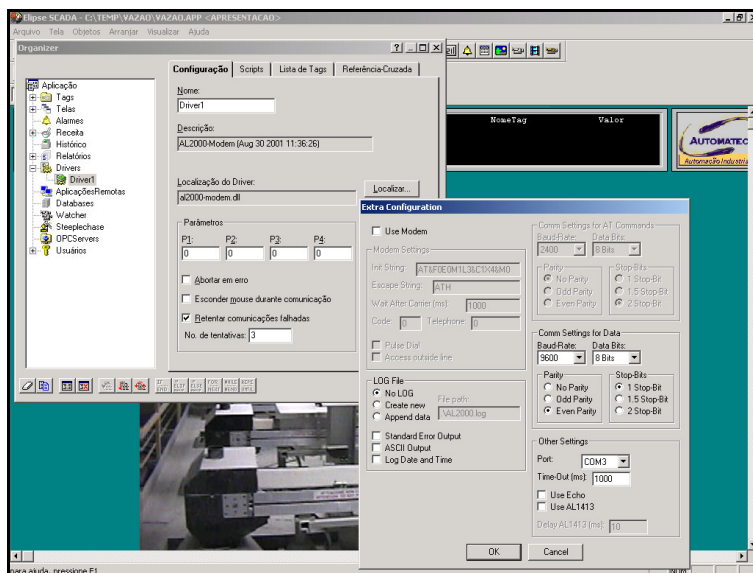


Figura 62. Configuração do driver de comunicação Alnet I  
Fonte: Arquivo pessoal

## 10.4 RESULTADOS OBTIDOS

Constatou-se que acontece por mês em média, quarenta troca de referência, na qual se perdem dois mil quilogramas por dia, totalizando em 60.000 quilogramas ao mês. O valor do quilograma de massa atomizada é de trinta centavos, ou seja, em um mês a empresa perde cerca de R\$ 18.000,00.

Sendo assim, fica claro que a implantação do sistema apresentado atinge significativamente o aumento da produção, tal como a economia da empresa.

Considerando que, a média de produção mensal da empresa é de 200.000m<sup>2</sup> de pisos cerâmicos porcellanato, para atingir essa produção a empresa consome em torno de 5.600.000 quilogramas de matéria-prima, na qual se perdem cerca de 1%. Anualmente, percebe-se que há uma perda de setecentos e vinte quilogramas, totalizando em R\$ 216.000,00. O custo da implantação do sistema ficaria em torno de 30.000,00 reais, sendo assim o sistema se pagaria em 2 meses.

## CONCLUSÃO

Para a iniciação deste trabalho, foi fundamental a atitude de conhecer o ambiente e as pessoas que trabalham em um setor cerâmico, podendo assim, obter-se o conhecimento e esclarecimento de dados para desenvolver o sistema proposto, no qual consiste em um sistema automatizado para o controle de dosagem de massa atomizada de uma indústria cerâmica.

Este trabalho apresentou um sistema utilizando o software *MasterTool Programming*, uma linguagem de relés e blocos, que permite a construção de programas aplicativos para os Controladores Lógicos Programáveis CLP's ALTUS.

E também o Software de Supervisão *Elipse Scada*, com qualidade em seu desempenho, representado em seus diversos recursos que facilitam e agilizam a tarefa de desenvolvimento de sua aplicação.

Foi utilizado ainda, um sistema de célula de carga (balança), para auxiliar no controle de dosagem de massa atomizada nos silos, na qual sua função é enviar para o sistema o valor em quilogramas existente dentro dos silos.

Este sistema controla o processo de dosagem dos silos, sendo totalmente configurável pelo usuário, monitorando as variáveis em tempo real, que permite visualizar a quantidade de matéria-prima encontrada nos silos, os limites mínimo e máximo, os alarmes, entre outros.

Com o presente estudo, constatou-se que acontece por mês em torno de quarenta trocas de referência, que são marcas dos pisos, diferenciada por várias cores e desenhos, na qual se perdem 2.000 quilogramas por dia, com um total de 60.000 quilogramas ao mês.

O valor do quilograma de massa atomizada é de 0,30 centavos, sendo que, em um mês a empresa perde cerca de R\$ 18.000,00.

As massas se encaminham para bags, sacos que armazenam a massa atomizada e, posteriormente para os boxes, reservatórios, onde futuramente terão um reaproveitamento de parte desta matéria-prima. Esta volta para o início do processo cerâmico, desencadeando assim despesas como mão-de-obra, energia, entre outros. O restante da matéria-prima se perde devido à umidade e no transporte.

Sendo assim, fica claro que a implantação do sistema apresentado atinge significativamente o aumento da produção, tal como a economia da empresa. Pois com a quantidade de massa perdida por mês, seria possível produzir em torno de 2.150m<sup>2</sup>, o equivalente a um trabalho de 8h.

Considerando que, a média de produção mensal da empresa é de 200.000m<sup>2</sup> de pisos cerâmicos porcellanato, sendo que para atingir essa produção a empresa consome em torno de 5.600.000 quilogramas de massa atomizada, na qual se perdem cerca de 1% da matéria-prima ao mês, significando uma média de 60.000 quilogramas, considerando que há uma perda de 720.000 quilogramas ao ano, totalizando em R\$ 216.000,00.

E para finalizar, acredita-se que, com a implementação deste sistema, haveria um progresso na economia da empresa, baseando-se nos cálculos apresentados, salvo que este sistema é apenas uma simulação.

## **PERSPECTIVAS FUTURAS**

Para tornar o sistema mais completo, pode-se utilizar um banco de dados, para interligar o sistema de supervisão, onde os dados passam a ser gerenciados on-line.

## REFERÊNCIAS

MORAES, Cícero Couto de; CASTRUCCI, Plínio de Lauro. **Engenharia de automação industrial**. Rio de Janeiro: Ed. LTC, 2001.

CAPELLI, Alexandre. **Mecatrônica Industrial**. Ed. Saber, Nº1, 2002.

SILVEIRA, Paulo R. da; SANTOS, Winderson E. **Automação e controle discreto**. São Paulo: Ed. Érica, 1998.

NATALE, Ferdinando. **Automação industrial**. São Paulo: Ed. Érica, 2000.

GEORGINI, Marcelo. Automação aplicada descrição e implementação de sistemas seqüenciais com PLCs. São Paulo: Ed. Érica, 2002.

Altus Sistema de Informática LTDA. MasterTool® Programming - Manual de Programação, Rev. H 09/2004, Cód. Doc: 6399-100.4.

Altus Sistema de Informática LTDA. MasterTool® Programming - Manual de Utilização, Rev. L 02/2005, Cód. Doc: MU299025.

Elipse Software Ltda. Elipse Scada - Manual do Usuário, 05/01/2006- Versão 2.28.

**BIBLIOGRAFIA COMPLEMENTAR**

DINA, Ângelo. **A fábrica automática e a organização do trabalho**. Petrópolis: Ed. Vozes, 1987.

SANTOS, José J. Horta. **Automação industrial**. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, 1979.

OLIVEIRA, Júlio César P. **Controlador programável**. São Paulo: Ed. Makron Books, 1993.

OGATA, K. **Engenharia de Controle Moderno**. Rio de Janeiro, RJ, Prentice-Hall do Brasil, 1985.

D'AZZO, J.J.; HOUPIS, C.H. **Análise e Projeto de Sistemas de Controle Lineares**. Rio de Janeiro, RJ, Guanabara Dois, 1984.

Manual do inversor CFW 08 da WEG.

## ANEXOS

## ANEXO A - Características Técnicas do CLP QK801.

## QK801

## CP com 512 E/S e 128K Flash

Revisão: N

Cód. Doc.: 6106-100.0

## 1. Descrição do Produto

As UCPs QK801 e QK801/LV são destinadas à supervisão e controle de processos para até 512 pontos digitais de E/S. Incorporam interface serial RS-232C para carga de programa e rede de supervisão ALNET I versões 1.00 e 2.00.

As UCPs estão disponíveis em duas tensões de alimentação, na faixa de 93,5 a 253 Vac (QK801) e na faixa de 19,2 a 57,6 Vdc (QK801/LV).

De concepção extremamente compacta, possuem integrados em uma única caixa plástica a UCP e a fonte de alimentação. Caracterizam-se por possuir uma estrutura de software com programação em linguagem de relés organizada em módulos.

Os modelos diferenciam-se nas características apresentadas a seguir:

Produto	QK801 e QK801/LV
Número máximo de módulos de E/S	32
Número máximo de pontos de E/S	512
Capacidade máxima de memória	128K RAM 128K FLASH (com expansão)
Capacidade padrão de memória	32K RAM 64K FLASH
Relógio de tempo real	Sim
Canal serial secundário	Sim

## 2. Itens Integrantes

Os seguintes itens compõem o produto:

- QK801 ou QK801/LV: controlador programável para 512 pontos digitais de E/S
- QK2691: bateria de lítio modelo ½ AA  
Este item pode ser solicitado individualmente em caso de reposição.

## 3. Características Funcionais

## 3.1. Características Gerais

- Número máximo de pontos de E/S digitais: 512
- Número máximo de módulos de E/S: 32
- Número de pontos de E/S analógicos, além dos digitais: limitado pelo número máximo de módulos de E/S
- Interface de comunicação serial padrão RS-232C com protocolo ALNET I versões V1.00 (parcial) e V2.00, possibilitando a utilização de modems para comunicações a longas distâncias. Baud rate máximo é de 9600 bps.
- Interface para rede de comunicação padrão EIA 485
- Relógio de tempo real com calendário
- LEDs indicativos do estado da UCP no painel frontal
- Retentividade de memória de programa e operandos por meio de bateria de lítio com teste periódico automático
- Utilização de memória FLASH EPROM para armazenamento de programa aplicativo
- Microcontrolador Intel® 80C32
- Frequência de clock: 14,7456 MHz
- Circuito de supervisão "cão-de-guarda"
- Proteção: IP20, contra acessos acidentais dos dedos e sem proteção contra água  
conforme normas IEC Pub. 144 (1963)
- Temperatura do ar ambiente de operação: 0 a 60°C  
excede a norma IEC 1131

- Temperatura de armazenagem: -25 a 75°C  
conforme a norma IEC 1131
- Umidade relativa do ar de operação: 5 a 95% sem condensação  
conforme a norma IEC 1131 nível RH2
- Peso:  
sem embalagem: 1.200 g  
com embalagem: 1.400 g

## 3.2. Características Elétricas

- Tensões de operação:  
QK801: 93,5 a 253 Vac/100 a 300 Vdc  
QK801/LV: 19,2 a 57,6 Vdc
- Frequência de operação:  
47 a 63 Hz em ac
- Corrente de pico na partida:  
25 A (durante meio ciclo da rede elétrica ou 10 ms)
- Fusível:  
QK801: 3A  
QK801/LV: 5A
- Duração da bateria:

Configuração de Memória	Temperatura de Operação	Tempo (anos)
Memória RAM standard (32K)	0 a 40°C	5
Memória RAM standard (32K)	0 a 60°C	2
Com expansão de RAM AL-2650	0 a 40°C	2,5
Com expansão de RAM AL-2650	0 a 60°C	2

- Tempo de auto-descarga da bateria:  
5 anos
- Potência máxima de entrada:  
QK801: 50 VA  
QK801/LV: 75 VA
- Dissipação máxima do módulo:  
4,2 W
- Fator de potência:  
75% (típico), com alimentação e carga nominais
- Rendimento:  
70% (mínima), com alimentação nominal e carga máxima
- Funcionamento garantido por 10 ms durante falta de energia à carga nominal e tensão de entrada mínima
- Proteção contra choque elétrico:  
conforme norma IEC 536 (1976), classe I
- Rigidez dielétrica:  
2.500 Vdc/1.500 Vac entre a entrada de alimentação (L1 e L2) e o terra de proteção (GND) e a saída (barramento)
- Nível de severidade de descargas eletrostáticas (ESD)  
conforme norma IEC 801-2, nível 4
- Imunidade a ruído elétrico tipo onda oscilatória:  
conforme as normas IEC1131, nível de severidade A, e IEEE C37.90.1 parte AC/IEC255-22-1
- Imunidade a campo eletromagnético radiado:  
10 V/m @ 140 MHz  
conforme norma IEC 801-3

## CP com 512 E/S e 128K Flash

**QK801**

Cód. Doc.: 6106-100.0

Revisão: N

### Alimentação do Barramento de E/S:

- Tensões e capacidades de corrente disponíveis:
  - QK801:
    - +5 V @ 0,3 A
    - +12 V @ 1,2 A
  - QK801/LV:
    - +5 V @ 0,5 A
    - +12 V @ 1,2 A
- Regulação de carga e linha: 5%
- Ondulação: 50 mVpp
- Espículas: 100 mVpp
- Proteções: curto circuito, provocando desligamento intermitente da fonte

### 3.3. Características de Software

- Linguagem de programação: diagrama de relés ("ladder diagram") estruturado em módulos com funções e sub-rotinas
- Forma de programação: programador MasterTool (programador para o sistema operacional Windows®), executável em microcomputadores IBM-PC® compatíveis
- Capacidade total do programa aplicativo: 256 Kbytes, divididos em:
  - RAM: 32 ou 128 Kbytes
  - FLASH EPROM: 64 ou 128 Kbytes

Acompanham o produto 32 Kbytes de RAM e 64 Kbytes de FLASH EPROM. É possível utilizar qualquer combinação de memória RAM e FLASH EPROM dentro das capacidades citadas anteriormente.

- Carga de módulos de programa durante execução ("on line")
- Capacidade de criar funções e sub-rotinas
- Operandos para processamento digital:
  - entrada (E): até 512 pontos de entrada e saída
  - saída (S): até 512 pontos de entrada e saída
  - auxiliar (A): até 768 pontos auxiliares

O número total de 512 pontos inclui entradas e saídas simultaneamente, ou seja, a soma do número de pontos nos operandos E com S deve ser menor ou igual a este limite.

- Operandos para processamento numérico:
  - constante memória (KM): 16 bits, formato complemento de 2
  - constante decimal (KD): 32 bits, formato BCD com sinal
  - memórias (M): até 7936 operandos, 16 bits, formato complemento de 2
  - decimais (D): até 3968 operandos, 32 bits, formato BCD com sinal
  - tabelas memórias (TM): até 255 operandos com 255 posições
  - tabelas decimais (TD): até 255 operandos com 255 posições

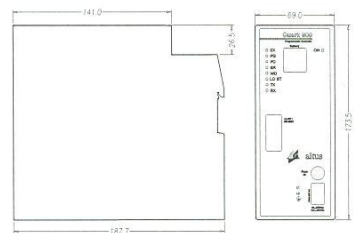
Aos operandos S, A, M e D pode ser atribuída a característica de retentividade através do programador. Os operandos retentivos têm seus valores preservados na queda de energia, enquanto que os não retentivos têm seus valores zerados. Os operandos tabela são todos retentivos.

Todos os operandos numéricos (KM, KD, M, D, TM, TD) permitem sinal aritmético na representação de valores. O número de operandos simples e tabelas (M, D, TM, TD) é configurável para cada programa, sendo limitado pela capacidade de memória de operandos disponível (15,5 Kbytes).

- Capacidade de memória para operandos simples e tabelas: 15,5 Kbytes
- Tempo médio de execução por instrução contato: 5 µs
- Ocupação média de memória por instrução contato: 8 bytes

### 4. Dimensões Físicas

Os modelos QK801 e QK801/LV possuem as mesmas dimensões físicas, conforme figura a seguir:



### 5. Canal Serial EIA 485

O canal serial secundário, no padrão elétrico EIA 485 pode ser usado para ligar diversos CPs QK801 e QK801/LV em rede, comunicando-se através do protocolo ALNET I.

- Padrão físico: EIA 485 com isolamento galvânico
- Topologia em barramento
- Alcance máximo: 2 km
- Velocidade programável até 9600 bauds
- Conexão com supervisórios já existentes para a rede ALNET I
- Capacidade de até 32 nós
- Interface com o programa aplicativo através do módulo F-ALNET1.062

### 6. Manuais

Para informações mais detalhadas os seguintes manuais podem ser consultados:

- Manual de Utilização UCPs da Série Quark
- Manual de Utilização MasterTool

**QK801****CP com 512 E/S e 128K Flash**

Revisão: N

Cód. Doc.: 6106-100.0

**7. Dados para Compra**

Os seguintes itens podem ser adquiridos separadamente:

	Denominação
QK1304	Cabo UCP/4 módulos
QK1308	Cabo UCP/8 módulos
QK1312	Cabo UCP/12 módulos
QK1316	Cabo UCP/16 módulos
AL-1342	Cabo CMDB9-CFDB9 (laptop c/ sinais de modem/CP)
AL-1363/0,6M	Cabo CMDB25-CMDB15 (fonte suplem./CP) - 0,6 m
AL-1363/1,5M	Cabo CMDB25-CMDB15 (fonte suplem./CP) - 1,5 m
AL-1363/2,5M	Cabo CMDB25-CMDB15 (fonte suplem./CP) - 2,5 m
AL-1367/0,6M	Cabo CMDB15-CMDB25 (fonte supl./AL-3411) - 0,6 m
AL-1367/1,5M	Cabo CMDB15-CMDB25 (fonte supl./AL-3411) - 1,5 m
AL-1367/2,5M	Cabo CMDB15-CMDB25 (fonte supl./AL-3411) - 2,5 m
AL-2300	Cabo derivador
AL-2301	Cabo RS-485
AL-2600	Derivador e terminação
AL-2650	Memória RAM CMOS 128K
AL-2652	Memória FLASH 128K

Os cabos QK1304, QK1308, QK1312 e QK1316 destinam-se à conexão, respectivamente, de 4, 8, 12 e 16 módulos de entrada e saída do subsistema de E/S instalados em trilhos QK1500.

O cabo AL-1342 é utilizado para comunicação de dados entre o CP e um microcomputador laptop, com simulação de sinais de modem.

O cabo AL-1363 é utilizado para comunicação de dados entre os CPs QK801 ou QK801/LV e a fonte suplementar. Apresenta-se em três comprimentos 0,6, 1,5 e 2,5 metros.

O AL-1367 é o cabo para comunicação entre a extensão de barramento AL-3411 e a fonte. Apresenta-se em três comprimentos 0,6, 1,5 e 2,5 metros.

O cabo AL-2300 tem 2 metros de comprimento, e possui em uma extremidade um conector DB9 para conectar na UCP e na outra pinos para ligação no derivador AL-2600.

O cabo AL-2301 é o meio físico utilizado na transmissão de dados na rede RS-485. É um cabo blindado de dois pares trançados que apresenta características necessárias para transmissão de dados em alta velocidade no ambiente industrial.

O módulo AL-2600 é utilizado para facilitar a interligação de diversos controladores e terminar a rede RS-485, caso esteja instalado nas extremidades da mesma. É um módulo totalmente passivo possuindo apenas conectores para a derivação e resistores para casamento de impedância.

A expansão de memória AL-2650 é um circuito integrado de memória RAM de 128 Kbytes para aumentar a capacidade de armazenamento de programas de usuário.

A expansão de memória AL-2652 é um circuito integrado de memória Flash EPROM de 128 Kbytes para aumentar a capacidade de armazenamento de programas de usuário.