

CARLOS ALBERTO BRANDÃO BARBOSA LEITE

PROGRAMADOR PORTÁTIL BASEADO EM MICROCONTROLADOR PARA MÁQUINAS
INDUSTRIAIS DE CONTROLE NUMÉRICO

Dissertação apresentada ao Curso
de MESTRADO EM ENGENHARIA
ELÉTRICA da Universidade Federal
da Paraíba, em cumprimento às
exigências para obtenção do grau
de Mestre.

MISAEEL ELIAS DE MORAIS
GURDIP SINGH DEEP
RAIMUNDO CARLOS SILVÉRIO FREIRE

Orientadores

CAMPINA GRANDE

JUNHO - 1991

621.313(043)
33

UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA
CURSO DE MESTRADO EM ENGENHARIA ELÉTRICA

PROGRAMADOR PORTÁTIL BASEADO EM MICROCONTROLADOR PARA MÁQUINAS
INDUSTRIAIS DE CONTROLE NUMÉRICO

POR

CARLOS ALBERTO BRANDÃO BARBOSA LEITE

CAMPINA GRANDE
JUNHO - 1991



L533p Leite, Carlos Alberto Brandao Barbosa
Programador portatil baseado em microcontrolador para
maquinas industriais de controle numerico / Carlos Alberto
Brandao Barbosa Leite. - Campina Grande, 1991.
68 f. : il.

Dissertacao (Mestrado em Engenharia Eletrica) -
Universidade Federal da Paraiba, Centro de Ciencias e
Tecnologia.

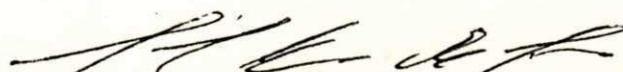
1. Maquinas Eletricas 2. Maquinas Industriais - 3.
Maquinas Industriais de Controlador Numerico 4. Dissertacao
I. Morais, Misael Elias de, Dr. II. Deep, Gurdip Singh, Dr.
III. Freire, Raimundo Carlos Silverio, Dr. IV. Universidade
Federal da Paraiba - Campina Grande (PB) V. Título

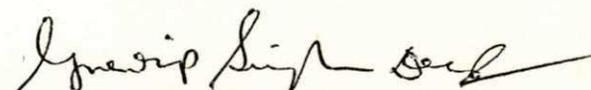
CDU 621.313(043)

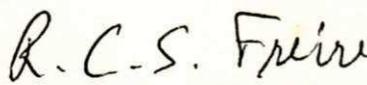
PROGRAMADOR PORTATIL BASEADO EM MICROCONTROLADOR PARA
MAQUINAS INDUSTRIAIS DE CONTROLE NUMERICO

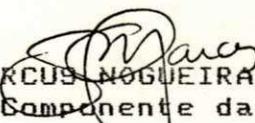
CARLOS ALBERTO BRANDAO BARBOSA LEITE

DISSERTAÇÃO APROVADA EM 13.06.91


MISAEEL ELIAS DE MORAIS, Dr.Ing., UFPB
Orientador


GURDIP SINGH DEEP, Ph.D., UFPB
Orientador


RAIMUNDO CARLOS SILVERIO FREIRE, Dr., UFPB
Orientador


ANTONIO MARCUS NOGUEIRA LIMA, Dr., UFPB
Componente da Banca


ANGELO PERKUSICH, Mestre, UFPE
Componente da Banca

CAMPINA GRANDE - PB
JUNHO - 1991

AGRADECIMENTOS

Aos meus orientadores, os professores:

GURDIP SINGH DEEP
MISAEEL ELIAS DE MORAIS
RAIMUNDO CARLOS SILVÉRIO FREIRE

pela condução do trabalho.

Aos professores Antonio Marcus Nogueira e Angelo Perkusich pela ajuda nas correções da redação do trabalho.

Aos amigos Sergio, Eduardo, Mendes, Robson, José Sergio e a todos os outros que formam o Laboratório de Instrumentação Eletrônica pelas constantes discursões sobre o andamento do trabalho.

RESUMO

Apresenta-se nesse trabalho um Módulo Programador Portátil (MPP) para máquinas industriais de comando numérico, onde usa-se como exemplo de uma máquina industrial típica de empacotamento de alimentos na forma de pó, controlada por um microprocessador INTEL 8085. A interface de programação da máquina industrial é composta por um conjunto de mostradores a LEDs, um conjunto de chaves digitais e um conjunto de botoões.

A função do MPP é programar a máquina industrial, emulando as funções do painel de controle através de uma interface de comunicação com a máquina.

O MPP possui uma arquitetura semelhante a de um computador, sendo baseado no microcontrolador 68HC11 da Motorola. O MPP possui uma interface homem-máquina composta por um teclado numérico matricial, um módulo LCD, uma interface para comunicação serial e uma interface para a comunicação com a máquina industrial.

A programação do MPP é realizada por meio de um teclado numérico, que seleciona as opções disponíveis no seu programa de gerenciamento. O programa de gerenciamento possui várias funções selecionadas por meio de menus dispostos hierarquicamente.

O MPP possui uma interface serial para a comunicação com um computador IBM PC, cuja função é realizar a programação da máquina da mesma forma como é feita no MPP, e armazenar esta programação em memória de massa. Com isso é possível ter armazenado em um conjunto de arquivos em disco, a programação referentes a vários tipos de produtos processados pela máquina.

Os critérios referentes a escolha de um microcontrolador como unidade de controle, bem como critérios que levaram a escolha das diversas interfaces do MPP são apresentados e

discutidos. Apresenta-se ainda, as funções disponíveis no programa de controle do MPP e os testes realizados para verificar a sua validação. Sugere-se vários caminhos a seguir para dar continuidade ao trabalho, visando aprimorar as características disponíveis no MPP.

ABSTRACT

A portable programming module (PPM) for programming a 8085 microprocessor based numerically controlled industrial machine used for food product packaging, to emulate the existing manual programming interface devices like LEDs, thumbwheel switches, etc, by a special communications interface is presented.

The PPM is based on the 68HC11 microcontroller and employs 4x3 matricial keyboard and a LCD alphanumeric display for man-machine interface, for its menu based programming. Besides a RS232 serial communications port, as weel as a parallel interface for the machines to be programmed is are also provided.

The serial communications interface of the PPM enables, its programming via a more versatile machine like a IBM PC on compatible in witch various programs for different products of different production schedules are stored in the mass memory a priori.

The considerations involved in the choice of the microcontroller for this application, as well as other interface circuits of the PPM are discussed the tests conducted for the validation of the design and the implementation of PPM are also presented.

ÍNDICE

LISTA DE FIGURAS	v
LISTA DE ANEXOS	iv
LISTA DE ABREVIações	iii
GLOSSÁRIO.....	i
INTRODUÇÃO	01
I - MÁQUINAS INDUSTRIAIS DE COMANDO NUMÉRICO	
1.1 Controladores Programáveis	06
1.2 Arquitetura de um Controlador Lógico Programável ...	07
1.3 Aplicações de um Controlador Programável	10
1.4 Uma máquina industrial típica de Controle Numérico .	11
1.5.1 Procedimento para a programação da máquina	14
1.5 Proposta de trabalho	15
1.6 Resumo	18
II - HARDWARE DO MPP PROPOSTO	
2.1 A arquitetura básica do MPP proposto	19
2.2 Considerações de hardware	20
2.3 Interfaces externas do MPP proposto	22
2.3.1 Teclado	22
2.3.2 Mostrador	24
3.3.3 Interface de conexão à máquina industrial	27
3.3.4 Interface serial	29
2.4 Resumo	29
III - SOFTWARE DO MPP PROPOSTO	
3.1 Programa de gerenciamento do MPP	31
3.1.1 Subrotinas de Inserção de Cifras Características e Dados Memorizados	35
3.2 Principais subrotinas do MPP	36
3.2.1 Subrotina de leitura do teclado	36

3.2.2 Subrotina de escrita no visor LCD	38
3.3.3 Subrotina de comunicação serial	40
3.3.4 Subrotina de apagamento/escrita em EEPROM	41
3.3.5 Subrotina de comunicação com a máquina industrial	42
3.3 Resumo	44

IV - SOFTWARE PARA IBM PC

4.1 Recursos disponíveis no programa para o IBM PC	45
4.2 Programa implementado para o IBM PC	46
4.3 Principais subrotinas do programa para o IBM PC	48
4.3.1 Subrotina de comunicação serial	48
4.3.2 Subrotina de escrita/leitura em disco	50
4.4 Resumo	51

V - IMPLEMENTAÇÃO E TESTES DO MPP

5.1 Detalhes da implementação do MPP	52
5.2 Testes para validação do MPP	53
5.3 Programa para simulação da máquina industrial	55
5.4 Resumo	57

VI - CONCLUSÕES

58

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

61

ANEXOS

50

LISTA DAS FIGURAS

Figura 1.1. Arquitetura básica e um controlador lógico programável	08
Figura 1.2. Arquitetura básica do controlador da máquina industrial	13
Figura 1.3. Painel de controle da máquina industrial	19
Figura 2.1. Arquitetura básica do MPP proposto	15
Figura 2.2. Disposição do teclado do MPP proposto	23
Figura 2.3. Diagrama de uma unidade controladora de displays	25
Figura 2.4. Diagrama de ligação entre o módulo LCD e a MCU MC68HC1121	26
Figura 2.5. Interface entre o MPP e o controlador da máquina	28
Figura 3.1. Estrutura do programa de gerenciamento do MPP	32
Figura 3.2. Subrotina de apagamento/escrita em EEPROM	42
Figura 3.3. Subrotina de comunicação com a máquina industrial	43
Figura 4.1. Estrutura do programa para o IBM PC	46
Figura 4.2. Tela de inserção	47
Figura 4.3. Subrotina de comunicação serial	50
Figura 5.1. Diagrama de blocos das placas que compõe o MPP .	52
Figura 5.2. Diagrama da interface entre o MPP e o simulador da máquina industrial utilizando a placa M68HC11EVB	55
Figura 5.3. Diagrama da interface entre o MPP e o simulador da máquina industrial usando uma PPI 8255	55
Figura 5.4. Fluxograma para simulação da máquina industrial usando a placa M68HC11EVB	56

ANEXOS

ANEXO A - Características da MCU68HC11	64
ANEXO B - Diagrama da placa de desenvolvimento baseada no 68HC11.....	66
ANEXO C - Diagrama de ligação das chaves thumbwheel.....	67
ANEXO D - Diagrama da interface de comunicação entre o MPP e o controlador da máquina industrial.....	68

LISTA DE ABREVIACÕES

ACIA-	Asynchronous Communications Interface Adapter (Interface para Comunicação Assíncrona)
A/D -	Analógico/Digital
ASCII-	American Standard Code for Interchange of Information (Código Padrão Americano para Intercâmbio de Informação)
BUFFALO-	Bit User Fast Friendly Aid to Logical Operations
CLP-	Controlador Lógico Programável
CPU-	Central Processing Unit (Unidade Central de Processamento)
CRT-	Cathode Ray Tube (Tubo de Raios Catódicos)
DDRD-	Data Direction for Port D
DIP-	Dual In Package
EEPROM-	Electrically Erasable Programmable Read Only Memory
EPROM-	Erasable Programmable Read Only Memory
ESC-	Escape
E/S-	Entrada/Saída
EVB-	Evaluation Board
IBM PC-	IBM Personal Computer
LAN-	Local Area Network (Rede de Area Local)
LCD-	Liquid Crystal Display (Display de Cristal Líquido)
LCM-	Liquid Crystal Module (Módulo de Cristal Líquido)
LED-	Light Emitter Diode (Diodo Emissor de Luz)
MCU-	Microcontroller Unit (Unidade Microcontroladora)
MPP-	Módulo Programador Portátil
PLCC-	Plastic Leaded Chip Carrier
PRU-	Port Replacement Unit
RAM-	Random Access Memory
ROM-	Read Only Memory
SCI-	Serial Communication Interface (Interface de Comunicação Serial)

GLOSSÁRIO

hardware	- circuito eletrônico
software	- programação
modem	- modulador/demodulador
status	- estado
thumbwheel	- chave digital com seleção manual
handheld	- portátil de mão
laptop	- microcomputador portátil
latch	- circuito integrado que mantém uma informação digital
reset	- estabelece um estado inicial
plug in	- de encaixe

INTRODUÇÃO

Desde a antiguidade até meados do século XVIII, a produção de bens de consumo, era totalmente manufaturada (feita a mão artesanalmente), o que ocasionava um encarecimento do produto final que chegava ao consumidor, devido a quantidade de homens/hora necessários na confecção da produção industrial.

Do crescente aumento da demanda dos bens de consumo, surgiu a necessidade de melhorar os meios de produção, de modo que se pudesse ter um aumento da produção, com um menor custo e maior rapidez. Assim, com a evolução tecnológica, surgiram os primeiros mecanismos automáticos (máquinas industriais) para efetuarem os processos de produção em larga escala, gerando o termo manufatura industrial.

Todo processo manual pode ser substituído por um mecanismo que efetue todas as tarefas de uma forma automática, rápida e precisa. Esse mecanismo, de modo geral, consiste de um conjunto de engrenagens acopladas e sincronizadas, denominado máquina industrial.

O primeiro grande impulso no desenvolvimento das máquinas, ocorreu em meados do século XVIII, durante a revolução industrial. As máquinas, puramente mecânicas, exigiam dezenas de engrenagens adequadamente acopladas e sincronizadas que realizavam uma tarefa repetitiva e pré-programada através de meios mecânicos (chaves e alavancas).

Apresentando um desenvolvimento mais visível, a indústria têxtil, através da tecnologia dos teares mecânicos, avançou bastante, originando máquinas mais precisas e com um pequeno número de funções pré-programadas manualmente. Em outros ramos, as máquinas industriais evoluíram bastante, principalmente com o emprego da tecnologia das máquinas a vapor, e posteriormente com as máquinas elétricas (Derry et al, 1979).

Para comandar as ações mecânicas das máquinas industriais é

necessário um sistema controlador para executar tarefas específicas. Nas primeiras máquinas, o controlador era totalmente mecânico, composto de válvulas pneumáticas e hidráulicas que acionavam esteiras, balanças, prensas e uma série de mecanismos que constituía a máquina. Sendo esses últimos bastante empregados no desenvolvimento industrial do século atual, embora ainda sejam empregados controladores pneumáticos e hidráulicos em diversas áreas industriais tais como as indústrias químicas e aeronáuticas.

Com o desenvolvimento da eletrônica, a partir deste século, os controladores passaram a ter uma ampla flexibilidade em suas topologias. Nos sistemas de controle, passou-se a empregar componentes eletro-eletrônicos como as válvulas eletrônicas e posteriormente os semicondutores, em substituição aos controladores mecânicos, embora a ação mecânica final não seja substituída.

Essas máquinas executavam determinadas tarefas após comparações entre duas grandezas envolvidas no processo, o que gerava uma série de decisões a ser tomada pelo controlador da máquina.

Os primeiros controladores eletrônicos eram analógicos, onde as decisões para a execução de uma tarefa eram tomadas pela comparação de duas grandezas analógicas. Após o grande desenvolvimento dos controladores analógicos, surgiram os controladores eletrônicos digitais que utilizam os princípios da álgebra Booleana.

As decisões para a execução de determinada tarefa, passaram então a ser tomadas não pela simples comparação entre dois valores analógicos de uma grandeza, mas por operações lógicas entre os valores dessas grandezas.

Com os controladores digitais, passou-se a ter uma ampla versatilidade na programação de eventos, isto é, um grande número de variáveis poderia ser alterado através de programação numérica, sem a necessidade de modificar fisicamente o sistema.

Entretanto, os controladores digitais se tornaram complexos a medida que cresceu o volume de programação (número de comparações lógicas), gerando circuitos com um grande número de componentes (circuitos integrados lógicos) e conseqüentemente com um grande tamanho físico.

A solução para a redução do hardware dos controladores digitais deveu-se ao emprego dos microprocessadores desenvolvidos na década de setenta (Cruclowski et al, 1981; Gupta et al, 1984; Rajaraman, 1981), dando origem aos modernos controladores programáveis. Isso proporcionou o desenvolvimento de sistemas de controle com um menor tamanho físico e que comportasse um maior volume de programação que os controladores digitais constituídos com circuitos integrados discretos.

As modernas máquinas industriais são comandadas por controladores eletrônicos programáveis que possuem como unidade de controle um microprocessador. Esses controladores são denominados CLPs (Controladores Lógicos Programáveis).

A programação dessas máquinas é feita através de teclados ou de chaves eletromecânicas, que geralmente se encontram no próprio painel da máquina. Assim, processo de programação se torna, na maioria das vezes, um trabalho tedioso e meticuloso, uma vez que faz-se necessário realizar a programação no mesmo local de operação da máquina, sujeitando o operador a insalubridade do ambiente industrial, além de exigir um certo tempo para programar e verificar a programação de cada máquina.

Dentre os diversos tipos de máquinas industriais de comando numérico, encontra-se as máquinas para o processamento de alimentos, entre as quais aquelas aplicadas ao processamento de alimentos na forma de pó. Assim, neste trabalho, usou-se uma máquina de empacotamento de alimentos na forma de pó como modelo de uma máquina industrial típica de comando numérico, comandada por um microprocessador 8085, cuja programação é feita por meio de chaves eletromecânicas que se encontram no painel de controle da máquina.

O programa dessa máquina executa tarefas definidas numa tabela de cifras características. As cifras são formadas por um número de dois dígitos que indica a função ou redefine o valor característico de uma grandeza. Essas cifras são inseridas através de chaves eletromecânicas que se encontram no painel de controle da máquina.

Propõe-se neste trabalho, um Módulo Programador Portátil (MPP), para melhorar a forma e o tempo gasto na programação da máquina industrial típica usada como modelo, na medida que basta realizar apenas uma vez a programação no MPP e transmiti-la ao conjunto de máquinas.

A forma de interfaceamento entre o MPP e o CLP da máquina, consiste na emulação das funções do painel de controle da máquina, onde cada chave eletromecânica é substituída por um latch e os botões de pressão por sinais provenientes do MPP.

Este trabalho consiste em cinco capítulos apresentados a seguir.

No capítulo I, apresenta-se as características, a arquitetura básica de um CLP e suas aplicações, onde apresenta-se uma máquina industrial típica de comando numérico e o procedimento para a sua programação. Apresenta-se ainda no capítulo I, várias propostas para melhorar a programação dessas máquinas e a opção por um Módulo Programador Portátil (MPP).

No capítulo II, apresenta-se a arquitetura básica do MPP proposto, onde discute-se algumas considerações de hardware tais como: a escolha de um microcontrolador como unidade de controle e as interfaces externas do MPP.

No capítulo III, apresenta-se a estrutura do software do MPP, onde aborda-se a forma da implementação das funções disponíveis e a maneira como são apresentadas e selecionadas.

No capítulo IV, apresenta-se a estrutura do software desenvolvido para o IBM PC, abordando os aspectos referentes a escolha das linguagens utilizadas e a forma de apresentação e seleção das funções disponíveis.

No capítulo V, trata-se dos aspectos relacionados a implementação e testes para validação do MPP, no qual apresenta-se a arquitetura utilizada no protótipo e os detalhes de implementação. Descreve-se ainda, um simulador de máquina industrial, bem como a sua estrutura de software.

Finalmente, apresenta-se as conclusões, salientando os pontos de caráter geral discutidos nos diversos capítulos.

MÁQUINAS INDUSTRIAIS DE COMANDO NUMÉRICO

Este capítulo trata dos aspectos relacionados ao emprego dos CLPs nas máquinas industriais programáveis, tais como: características básicas, tecnologias empregadas e formas de programação.

Um histórico sobre a evolução das máquinas industriais programáveis, onde são abordados os problemas relativos a programação dessas máquinas, como as interfaces homem-máquina e as possíveis soluções para esses problemas, também é feito neste capítulo.

1.1 Controladores Programáveis

Os controladores programáveis constituem-se de um sistema eletrônico digital, que usa uma memória programável para o armazenamento de instruções, implementando funções específicas tais como lógica, sequenciamento, temporização, contagem, aritméticas e de intertravamento, para controlar vários tipos de máquinas ou processos (Wilhelm, 1985; Malerbi, 1990).

Os primeiros padrões para normatizar um controlador programável, foram desenvolvidos no começo dos anos setenta, pelas indústrias de fabricantes de automóveis (Wilhelm, 1985), seguindo determinados critérios:

- 1 - o controlador deve ser facilmente e rapidamente programado e reprogramado com o mínimo de interrupção na operação do sistema;

- 2 - todos os componentes do sistema devem ser capazes de operar em um ambiente industrial sem necessidade de equipamentos

de suporte e climatização especial;

3 - o sistema deve possuir indicadores de status e modularidade do tipo plug in, afim de facilitar a manutenção e reparos com o mínimo de tempo desativado;

4 - o controlador lógico programável deve ser capaz de comunicar-se com um sistema central de supervisão;

5 - o sistema deve ser capaz de aceitar os mesmos sinais dos controladores automáticos a réles;

6 - o sistema deve ocupar um espaço menor ou igual a um sistema a réles eletro-mecânicos e deve consumir menos, e;

7 - o hardware do sistema de controle deve ser capaz de ser expandido da mínima a máxima configuração com a mínima alteração do sistema e com o menor tempo desativado;

Os principais critérios inicialmente estabelecidos pela indústria automotiva para o projeto de controladores lógicos programáveis, não só foram mantidos, como aprimorados com a crescente atualização tecnológica, melhorando aspectos como: a redução do tamanho físico, menor consumo de potência e maior capacidade de processamento. Os Controladores Programáveis são atualmente um computador de proposito especial projetado para ser uma alternativa mais flexível e prática em relação aos sistemas de controle baseados em réles (Franck, 1973; Smith, 1974; LLOYD, 1990).

1.2 Arquitetura de um controlador lógico programável

Um controlador lógico programável possui uma arquitetura igual a de um computador (figura 1.1), cujo hardware básico é constituído por memórias para dados, memórias para programas, um microprocessador e os dispositivos de interface de entrada e saída (E/S).

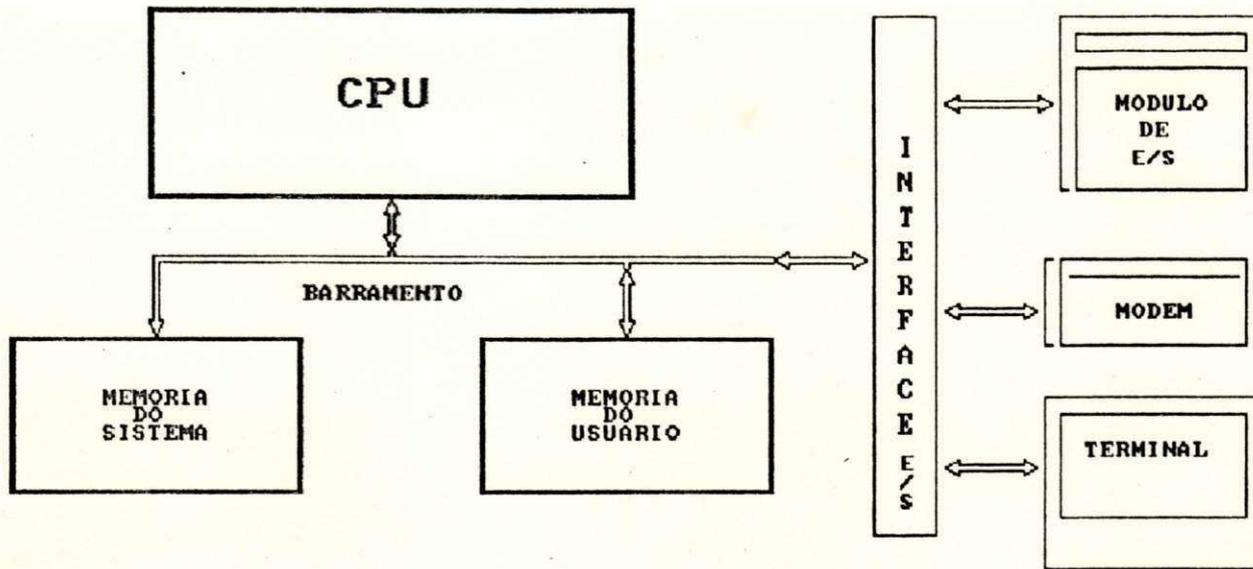


Figura 1.1. Arquitetura básica de um controlador lógico programável

A interface de entrada e saída de um controlador lógico, na sua configuração básica, é conectada a um módulo de E/S, um modem (modulador/demodulador) e um terminal de computador.

O módulo de E/S tem a função de interfacear os sinais do ambiente industrial com os sinais digitais do controlador programável.

O módulo de entrada é subdividido em várias categorias de circuitos responsáveis por funções específicas, tais como:

1-dispositivos de entrada de comando (interruptores e relés)
- provenientes do sistema de controle para o processador;

2-terminações do módulo de E/S - promove a interconexão entre os sinais provenientes do sistema sobre controle e o controlador programável;

3-condicionadores - convertem os sinais provenientes do mundo externo para níveis usados pelo controlador programável;

4-módulos indicadores de status - indica visualmente as funções nos pontos de entrada;

5-isoladores - são responsáveis pela isolação galvanica entre os sinais externos e controlador programável (desacoplamento magnético ou óptico);

6-multiplexadores - responsáveis pelo chaveamento/amostragem dos sinais da entrada;

Os sinais de entrada podem ser analógicos e/ou digitais, provenientes de dispositivos como os exemplos mostrados na tabela 1.

Tabela 1. Dispositivos de entrada

ANALÓGICOS	DISCRETOS
transdutor de pressão	chaves de pressão
transdutor de temperatura	chaves seletoras
transdutor de vibração	chaves thumbwheel
transdutor de corrente	contatos de réles
transdutor de tensão	contatos de teclados
transdutor de vacuo	fotocélulas, etc.
transdutor de deformação	

Tais dispositivos são os responsáveis pela aquisição das informações referentes as condições do sistema sob controle. Por exemplo, em um sistema que dependa da temperatura e pressão, os valores dessas grandezas são adquiridos através dos transdutores de temperatura e pressão que passam em seguida pelos condicionadores de sinais, para então serem convertidos em dados digitais (converção A/D) usados pelo controlador programável.

Como no módulo de entrada, o módulo de saída é subdividido em várias categorias de circuitos, descritos a seguir:

1-latch - responsável pela manutenção dos sinais na saída;

2-dispositivos para lançar os comandos (relés) - atuam no mundo externo como chaves do tipo liga/desliga (ON/OFF);

3-acionadores de potência - transformam os sinais de baixa potência provenientes do controlador programável em sinais de alta potência capazes de acionar vários atuadores externos;

4-multiplexadores, indicadores de status, terminações do módulo de E/S e isoladores - cujas funções são idênticas às do

módulo de entrada;

Os sinais do módulo de saída, também podem ser analógicos ou digitais, cujos dispositivos de saída são mostrados na tabela 2.

Tabela 2. Dispositivos de saída

ANALÓGICOS	DISCRETOS
alimentadores AC e DC medidores analógicos controlador de temperatura válvula de fluxo controlador de fluxo	válvula a solenóide réles alarmes motor de partida

Os dispositivos de saída atuam no sistema sob controle na forma de um comando acionador ou de um indicador de status. Por exemplo, caso se deseje acionar um motor e indicar a sua velocidade, faz-se uso de um dispositivo de saída digital (um réle) e um analógico (galvanometro).

O modem realiza a interface para a comunicação entre o controlador programável e um sistema central de supervisão. A comunicação é serial síncrona ou assíncrona, dependendo do protocolo usado pelo sistema. Normalmente na comunicação serial são usados laço de corrente e os padrões RS 232 C e RS 449 . Outras formas de comunicação podem ser realizadas por um controlador programável, sendo a mais usada, a interface paralela IEEE 488 (Wilhelm, 1985).

A programação de um controlador lógico programável é feita geralmente através de um terminal (composto por um monitor de vídeo e um teclado), porém outras formas de interfaceamento homem-máquina são disponíveis, tais como: chaves eletromecânicas e teclados numéricos.

1.3 Aplicações dos Controladores Lógicos Programáveis (CLP)

Os controladores programáveis tem sido amplamente aceitos devido a sua capacidade de serem adaptados a maioria das aplicações. Dessa maneira, a escolha de um controlador programável para um proposito particular, depende da familiaridade do projetista de sistemas de controle com os

controladores programáveis e seus periféricos.

Emprega-se controladores lógicos programáveis nas mais variadas áreas, que se estendem desde as aplicações industriais como por exemplo: petroquímicas, aeroespaciais, embalagens, máquinas ferramentas, plásticos, automotivas e várias outras, até aplicações não industriais como a automação de palcos de espetáculos e na indústria cinematográfica.

Entre os vários segmentos da indústria, encontra-se frequentemente o emprego de controladores lógicos programáveis nas máquinas industriais de processamento de alimentos. Essas máquinas industriais de controle numérico realizam uma sequência de tarefas pré-definidas e adequadamente sincronizadas. Elas realizam o beneficiamento ou o empacotamento de alimentos nas mais variadas formas.

As máquinas para processamento de alimentos trabalham com diferentes tipos de matérias primas, entre os quais grãos inteiros e moídos. As máquinas que trabalham com grãos moídos se enquadram nas das máquinas industriais para processamento de alimentos na forma de pó e geralmente executam a tarefa de empacotamento de alimentos.

Essas máquinas executam uma sequência de tarefas que vão desde a abertura do pacote, pesagem (dosagem, pós-dosagem e rejeição do pacote), fechamento do pacote (lacre) e a expulsão do pacote.

1.4 Uma máquina industrial típica de controle numérico

Uma máquina industrial típica para empacotamento de pó, fabricada pela Bosch GmbH, é a EAL. Essa máquina segue uma sequência de operações pré-definidas, sincronizadas e programáveis. Ela possui um depósito de embalagens, onde os pacotes são postos fechados e em pilhas.

O processo para o enchimento de um pacote, tomando como

exemplo uma embalagem de 500g, é o descrito a seguir:

1 - um mecanismo apanha uma embalagem no depósito correspondente, abre-a e coloca-a numa esteira móvel. Caso a embalagem não abra, ela é rejeitada e o processo é reiniciado;

2 -a embalagem aberta é deslocada sobre a esteira móvel até o dispositivo de enchimento principal que faz uma pré-dosagem do produto. A pré-dosagem equivale a uma parcela do peso final do pacote, que pode ser programada. Para uma embalagem de 500g a pré-dosagem pode ser programada para 475g, por exemplo;

3 - em seguida, o pacote (embalagem e pó) é deslocado até uma balança, onde é pesado e feita uma pós-dosagem até completar o peso nominal do pacote. A pós-dosagem coloca pequenas porções do produto no pacote até completar a diferença entre o peso nominal e o peso da pré-dosagem. As porções podem ser programadas para, por exemplo, dosagens de 1g;

4 -antes da pós-dosagem e depois da pesagem do pacote, é feito um teste para verificar se este, está com o peso menor que a diferença entre a quantidade mínima de pré-dosagem e a quantidade máxima de pós-dosagem (supondo que o valor máximo da pós-dosagem seja programado para 50g, o valor mínimo da pré-dosagem é de 450g) ou se o pacote está com um peso superior ao peso nominal (500g). Caso isso ocorra o pacote é rejeitado através de um mecanismo de expulsão de pacotes;

5 -após a pós-dosagem o pacote é deslocado através da esteira móvel até o mecanismo de fechamento, onde os pacotes são fechados e lacrados;

Toda essa sequência de comandos e de operações de comparação é feita por um microprocessador INTEL 8085, cuja arquitetura básica do sistema é mostrada na figura 1.2.

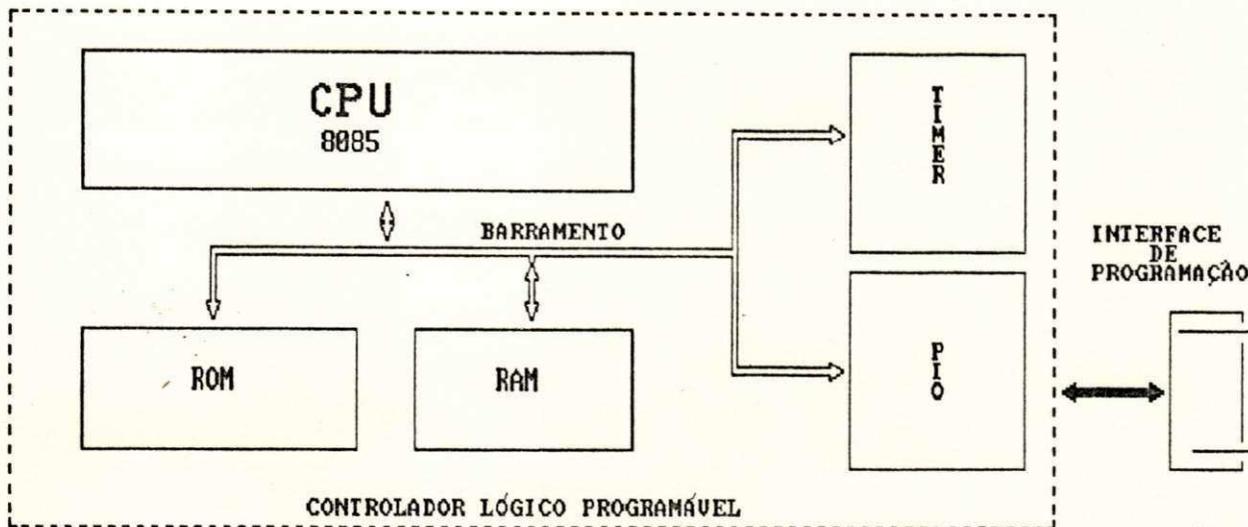


Figura 1.2. Configuração básica do controlador da máquina industrial

A comunicação com o mundo externo é realizada através das interfaces paralelas (PIO - Parallel Input/Output) e a disposição do painel de controle é mostrado na figura 1.3.

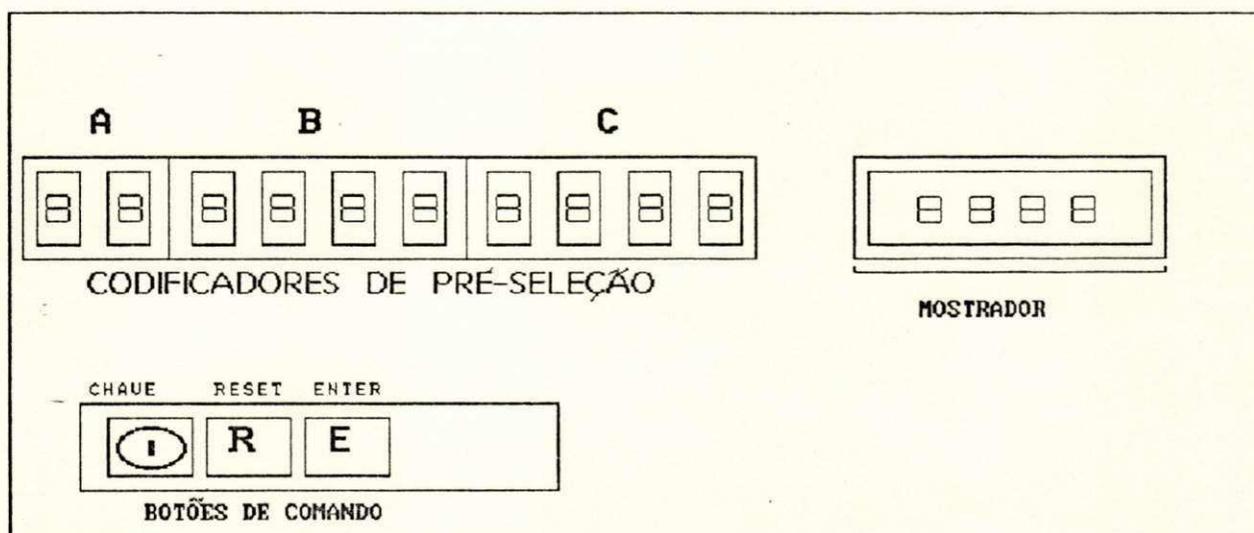


Figura 1.3. Painel de controle da máquina industrial

A interface de programação do controlador programável é composta por um conjunto de chaves do tipo thumbwheel, um

conjunto de mostradores digitais de 7 segmentos, dois botoões de pressão e um interruptor com chave de bloqueio.

1.4.1 Procedimento para a programação da máquina

A programação da máquina é feita através de um conjunto de valores chamados cifras características, as quais programam o controlador da máquina para a execução de uma função ou a redefinição um valor característico.

A execução de uma função implica em estabelecer certas condições iniciais para a máquina, por exemplo: para esvaziar o pós-dosador, é ajustado no codificador de pré-seleção A (figura 1.3) o valor 03 e em seguida é pressionada a tecla E.

O procedimento para redefinir um valor característico é similar à execução de uma função, onde ajusta-se no codificador de pré-seleção A, o valor correspondente à cifra que se deseja mudar, e no interruptor de pré-seleção B o valor característico correspondente à cifra que se deseja mudar. Em seguida, liga-se o interruptor com chave de bloqueio e pressiona-se a tecla E. Por exemplo, para inserir o peso nominal, ajusta-se no codificador de pré-seleção A a cifra 21 e no codificador de pré-seleção B o valor correspondente ao peso que se quer programar.

Todas as operações (execução de uma função ou redefinição de um valor característico) devem ser precedidos de um reset através da tecla R.

Para o controle do sistema de operação de pesagem, faz-se uso do interruptor de pré-seleção C, onde é ajustado (além da cifra e do valor característico nos codificadores de pré-seleção A e B respectivamente) o endereço de memória dos dados inseridos (dados memorizados).

A cada pausa para manutenção preventiva ou corretiva ou ainda para a alteração nas características do produto, faz-se necessário uma reprogramação da máquina.

1.5 Proposta de trabalho

O processo de programação de uma máquina requer um certo tempo do operador, dependendo do número de funções que se deseja programar e da quantidade de máquinas paradas, o trabalho se torna lento e tedioso.

O operador, após programar cada máquina, tem que fazer a verificação da programação para evitar erros durante a produção. Desta forma, todos os fatores acima citados, tornam a tarefa de programar uma máquina, um processo lento, meticuloso e principalmente pouco funcional.

Talvez a solução mais fácil e imediata para evitar uma reprogramação após uma parada, fosse a inclusão de baterias recarregáveis na placa de memórias RAM do controlador da máquina, isso porém, evitaria apenas a perda do último programa em operação, em caso de paradas por falta de energia elétrica ou paradas para manutenção. Caso fosse necessário mudar a programação em virtude das características de um novo produto, ter-se-ia que reprogramar a máquina.

Numa indústria com um grande número de máquinas, o técnico-operador tem que realizar o mesmo procedimento para todas as máquinas.

Para solucionar esse problema, tornando a forma de programação da máquina mais eficiente em relação a rapidez com que o técnico-operador programa e verifica a programação, uma das soluções possíveis é o desenvolvimento de uma nova interface homem-máquina para o controlador da máquina industrial.

Uma outra possível solução para aumentar a eficiência na programação, é a interligação do conjunto de máquinas através de uma rede local (LAN), centralizada em um computador principal (host), o qual tem a função de programar e reprogramar o conjunto de máquinas ligados a ele (Malerbi, 1990; Zakir Júnior, 1988).

Uma terceira solução é o aproveitamento da interface de

programação existente, substituindo as chaves **thumbwheel** por circuitos eletrônicos, onde o controle do processo de inserção da programação é realizada por um módulo programador.

A primeira solução, apesar de relativamente simples, esbarra nos seguintes problemas:

1 - deve-se modificar o programa monitor do controlador da máquina, afim de adequá-lo a nova interface de programação;

2 - deve-se também colocar uma interface em cada máquina, aumentando dessa forma o custo do investimento em relação a terceira solução (emprego de um módulo programador).

A segunda solução também apresenta um custo elevado em relação a primeira e terceira soluções, pois ter-se-ia que interligar as máquinas por meio cabos coaxiais além de ter uma interface serial em cada máquina.

A terceira solução é a que apresenta um menor custo e desempenho satisfatório, pois basta apenas uma unidade para programar todo um conjunto de máquinas.

O módulo programador tem então uma função idêntica ao painel de comando do controlador lógico programável da máquina industrial. Este módulo programador pode ser um cartão compatível com o barramento de um microcomputador (por exemplo um IBM PC), isto porém acarretaria em um inconveniente, pois seria necessário transportar o microcomputador até a máquina para transferir a programação, além de que mesmo que se opta-se por um microcomputador portátil (laptop), implicaria no mesmo problema que a primeira e segunda soluções quanto ao custo do investimento.

A partir dessa última solução, foi pensado o emprego de um módulo programador portátil (MPP) do tipo **handheld**. Um programador deste tipo deve ter pequenas dimensões, de tal forma que o técnico-operador possa nele realizar a programação, conectá-lo a máquina e transferir a programação.

A eficiência de um sistema com esse propósito está na sua

portabilidade, facilidade de operação (com uma boa interface homem-máquina), rápida e fácil conexão com o controlador da máquina industrial. Assim, tais condições são desejadas para a realização de um sistema eficaz para a programação de máquinas industriais de comando numérico.

O módulo programador portátil (MPP) deve ter uma função idêntica ao painel de comando do controlador lógico programável da máquina industrial. A forma de interfaceamento homem-máquina pode ser aprimorada, tornando a maneira de se programar mais "amigável" ao operador.

Devido a portabilidade do módulo programador, a etapa de programação pode ser realizada longe do ambiente industrial, em um local mais adequado com climatização, sem o incômodo das formas de poluição presentes nesses ambientes (poeira, ruído, e outras formas de poluição), onde o sistema pode ser programado apenas uma vez e a programação poderia ser armazenada em memória não volátil ou em memória de massa e posteriormente transferida às máquinas.

Existem várias formas para implementação de um MPP como por exemplo, um sistema totalmente baseado em circuitos discretos (circuitos integrados lógicos, memórias, etc) que tem razoáveis dimensões físicas (grande numero de componentes) e baixa eficiência na medida que a forma de programação desse dispositivo se torna difícil e pouco versátil decorrente da estrutura rígida do hardware.

Uma solução mais abrangente e versátil, é o emprego de um microprocessador como unidade de controle do MPP. Isso proporciona uma grande agilidade quando, porventura, deseja-se modificar as características do MPP, para adaptá-lo a outro tipo de máquina ou a outra aplicação específica.

O sistema proposto neste trabalho, o desenvolvimento de um MPP, tem a função de programar o controlador de uma máquina industrial de comando numérico. Sua descrição funcional bem como os detalhes referentes a sua arquitetura serão apresentados no

capítulo II.

1.6 Resumo

Apresentou-se neste capítulo o emprego dos CLPs nas máquinas industriais, onde mostrou-se a sua arquitetura básica e as suas principais aplicações, com o exemplo de uma máquina industrial típica de comando numérico.

Mostrou-se também os procedimentos para a programação dessas máquinas e os problemas surgidos durante a etapa de programação.

Sugeriu-se várias soluções para esses problemas, onde foi proposto o emprego de um módulo programador portátil (MPP), para agilizar a programação dessas máquinas.

No próximo capítulo, serão vistas as considerações de hardware do MPP proposto, onde serão abordados os aspectos relativos a sua implementação.

HARDWARE DO MPP PROPOSTO

Neste capítulo são abordados aspectos relacionados a configuração de hardware proposta para o MPP.

É discutida a utilização de um microcontrolador como unidade de comando, e os aspectos relativos a forma e a função das interfaces externas do MPP.

2.1 Arquitetura básica do MPP proposto

A arquitetura do MPP proposto é semelhante a de um controlador lógico programável.

A figura 2.1 mostra em diagramas de blocos, a arquitetura básica do MPP.

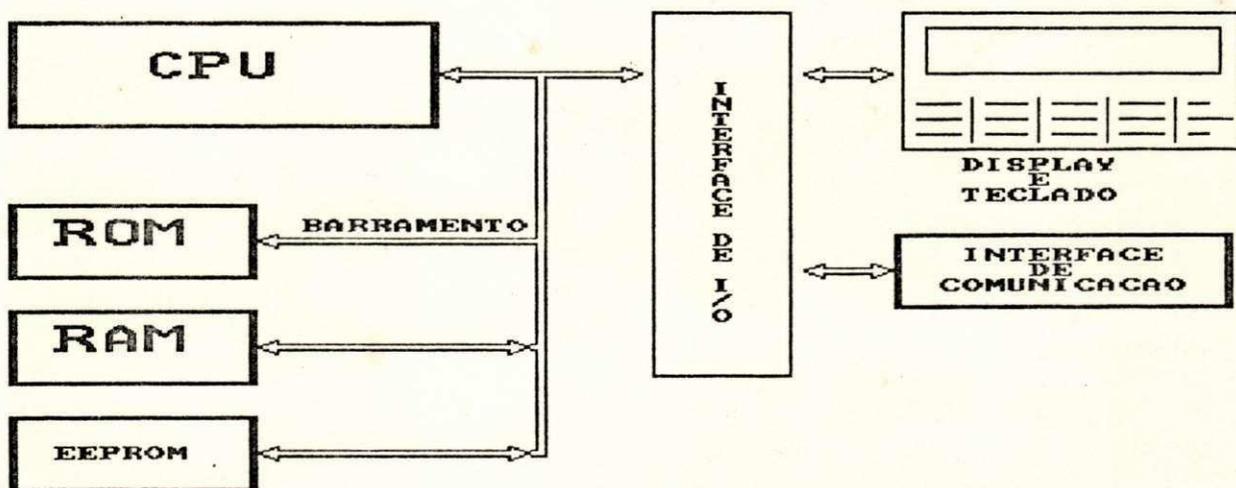


Figura 2.1. Arquitetura básica do MPP proposto

Além da CPU, e das memórias voláteis (RAM), o sistema deve dispor de uma área de memórias não voláteis (EPROM), onde é

gravado o programa monitor responsável pelo gerenciamento do sistema. Deve ser previsto também um bloco de memória não volátil de escrita e leitura (EEPROM), cuja finalidade é a armazenagem dos programas a serem transferidos ao controlador da máquina.

Um MPP deve dispor de recursos básicos de um microcomputador tais como:

1 - teclado - teclado convencional, numérico ou alfa-numérico, dependendo do número de funções desejadas;

2 - um visor - conjunto de mostradores a LEDs, numérico ou alfa-numérico, um módulo LCD ou ainda um micro CRT (Catode Ray Tube);

3 - uma interface de comunicação - cuja função é promover o interfaceamento do MPP a dispositivos externos, tais como: máquinas industriais, computadores pessoais ou ainda a um nó de um rede local (LAN);

Poderiam ser ainda incorporadas na estrutura do MPP, alguns recursos adicionais que levam a um certo requinte de projeto, porém com maior custo. Tais recursos são por exemplo:

1 - um pequeno acionador de memória de massa, como um disco flexível de 3,5 polegadas e,

2 - uma interface de comunicação no padrão IEEE - 488.

2.2 Considerações gerais de hardware

Como foi discutido no capítulo I, faz-se necessário o emprego de um microprocessador, como uma solução mais abrangente e flexível, visto que se usado uma estrutura de hardware formada por circuitos integrados discretos, teria-se dificuldades para modificar as funções do MPP, além das dimensões físicas serem maiores que a de um sistema com microprocessador.

Algumas das principais características dos microprocessadores são as seguintes:

- a flexibilidade para a programação, permitindo uma série de operações através de instruções lógicas, aritméticas, sequenciamento, etc,

- a versatilidade, permitindo criar sistemas com pequenas dimensões físicas se comparado aos circuitos implementados com componentes semicondutores discretos.

No projeto do MPP, uma das possibilidades consideradas, é o emprego de um conjunto de desenvolvimento comercial, como por exemplo um computador pessoal (IBM PC).

Essa solução, porém, esbarra na dificuldade de se obter um produto final portátil (devido ao próprio tamanho físico do sistema de desenvolvimento como um IBM PC) e/ou com um baixo custo (caso utiliza-se um laptop).

A solução que se enquadrava melhor dentro do contexto do trabalho de forma a satisfazer as necessidades inicialmente definidas, tais como: portabilidade e funcionalidade, foi o emprego de um microcontrolador como unidade de controle do MPP, pois o produto final, caso industrializado, teria apenas o microcontrolador como circuito integrado, sem a necessidade de memórias externas para armazenar os programas, pois os mesmos são armazenados em memórias internas do microcontrolador.

A escolha de uma unidade microcontroladora baseou-se nas seguintes considerações:

- 1 - o microcontrolador possui uma arquitetura interna igual a de um computador. Ou seja, possui blocos de memória RAM, ROM e EEPROM, portas de entrada e saída (paralelas e seriais), temporizador, etc;

- 2 - encontrava-se disponível no laboratório uma placa de desenvolvimento baseada num microcontrolador;

O microcontrolador utilizado no MPP é o MC68HC11 da Motorola que é um circuito integrado de 48 pinos na versão DIP e 52 pinos na versão PLCC.

IMPLEMENTAÇÃO E TESTES DO MPP

5.1 Detalhes da implementação do MPP

No capítulo II, viu-se a arquitetura básica do MPP proposto, onde usou-se como unidade de comando um microcontrolador.

O protótipo do MPP, foi montado em duas placas usando a técnica de wire-wrap, onde em uma, foi montado a CPU, memórias, circuitos de decodificação e interface serial, utilizando uma arquitetura semelhante a placa M68HC11EVB da Motorola. Na outra, foram montadas as interfaces externas do MPP, que são as seguintes: teclado, mostrador e interface de conexão com a máquina industrial.

As duas placas são interligadas por meio de um cabo (flat-cable) de 60 vias, onde estão presentes todos os sinais da MCU.

Na figura 5.1 é mostrado o diagrama de blocos das placas.

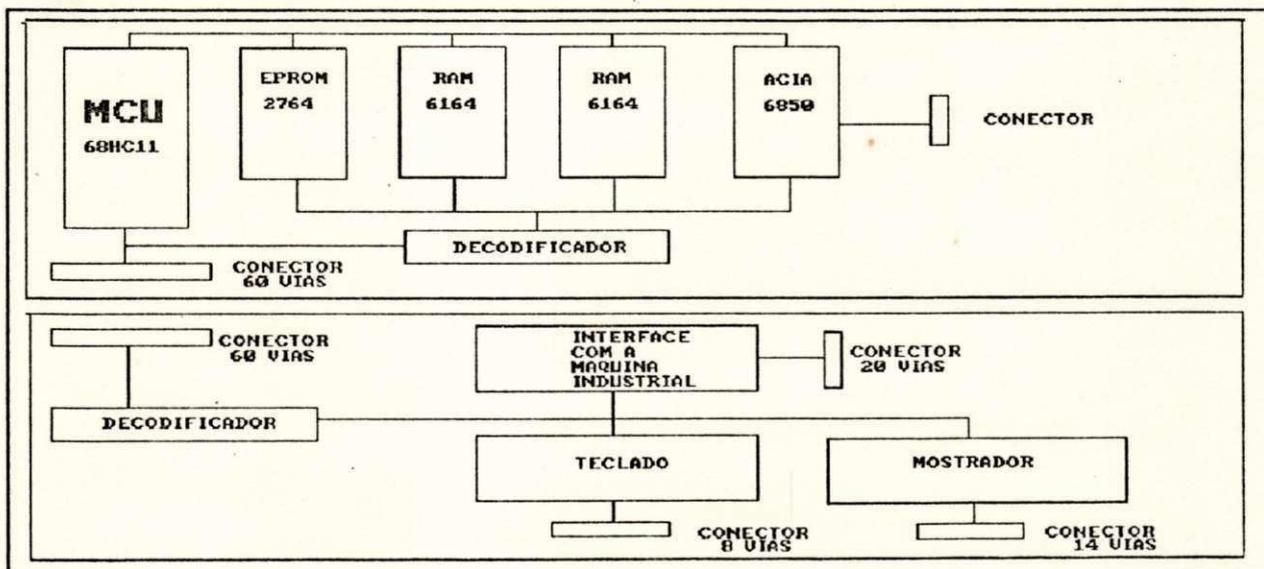


Figura 5.1. Diagrama de blocos das placas do MPP

A placa que contém a MCU, difere da placa M68HC11EVB apenas pela ausência da PRU e do conector para o canal serial através do SCI. O diagrama elétrico da placa que contém a MCU é mostrada no anexo B.

Na placa M68HC11EVB, o conector de 60 pinos, onde estão presentes os sinais da MCU, possui 10 pinos não conectados que foram utilizados na placa montada para os sinais de R/W e o LSB do barramento de endereços. Como a placa montada não possui a PRU, foi colocado no lugar dos pinos das portas B e C, presentes no conector de 60 vias, os sinais A15-A8 e D0-D7 respectivamente.

O diagrama elétrico das interfaces externas do MPP (a segunda placa montada) é mostrado no anexo D.

A interligação entre a placa e o painel de controle da máquina industrial é feita através de um conector de 20 pinos que contém os seguintes sinais:

- a-) D0-D7 - saída dos latches que simulam as chaves thumbwheel;
- b-) +5 e GND - alimentações;
- c-) CH1-CH10 - entradas para habilitação dos latches;

Os sinais de controle de inserção do painel da máquina industrial, ENTER, RESET e CHAVE, são emulados pelos sinais da porta A (PA3-PA5), que estão presentes num conector de 3 pinos.

O teclado também é ligado a placa por um conector de 8 pinos, onde estão presentes os sinais das portas E (PE0-PE3) e D (PD3-PD5).

O módulo LCD, é conectado a placa por meio de um conector de 14 pinos e todos os conectores são ligados as respectivas interfaces por meio de cabos multivias (flat cable).

O protótipo do MPP foi alimentado com tensões de +5V, +12V, -12V, provenientes de uma fonte de alimentação regulada.

5.2 Testes para validação do MPP

Devido a não disponibilidade de uma máquina industrial no laboratório, afim de que se pudesse efetuar as devidas modificações no painel de controle para testar o funcionamento do MPP, teve-se que simular o funcionamento do controlador da máquina.

Para interfacear o MPP com o controlador da máquina industrial, é necessário conectar as saídas dos latches ao barramento que faz a leitura das chaves thumbwheel e emular os botoões de comando (ENTER, RESET e CHAVE) com os pinos PA3, PA4 e PA5 da MCU do MPP. Dessa forma, o MPP escreve nos latches os valores correspondentes a cifra, valor e posição de memória (se existir) e em seguida aciona-se os comandos ENTER, RESET e CHAVE, da mesma forma como é feito no painel de controle, após o que o controlador da máquina lê o conteúdo de cada um dos latches tal qual é feito com as chaves thumbwheel.

Usou-se para isso, uma placa microcontroladora M68HC11EVB, para qual desenvolveu-se um programa para simular o painel de comando da máquina industrial.

O barramento de saída dos latches (8 bits) é conectado aos 8 bits da porta E e os sinais de comando ENTER, RESET e CHAVE são lidos pela porta D (PD2-PD4).

A porta A é utilizada para controlar um decodificador de 4x16, o qual habilita cada uma dos latches.

O diagrama de blocos da interface entre o MPP e o simulador da máquina industrial, é mostrado na figura 5.2.

Outra possibilidade para implementar um simulador da máquina industrial, é a utilização de uma PPI 8255 (Programmable Peripheral Interface) que possui três portas paralelas de 8 bits, com as quais pode-se interfacear com o MPP.

A PPI é controlada por um microcomputador IBM PC, onde foi desenvolvido um programa para simular o painel da máquina industrial.

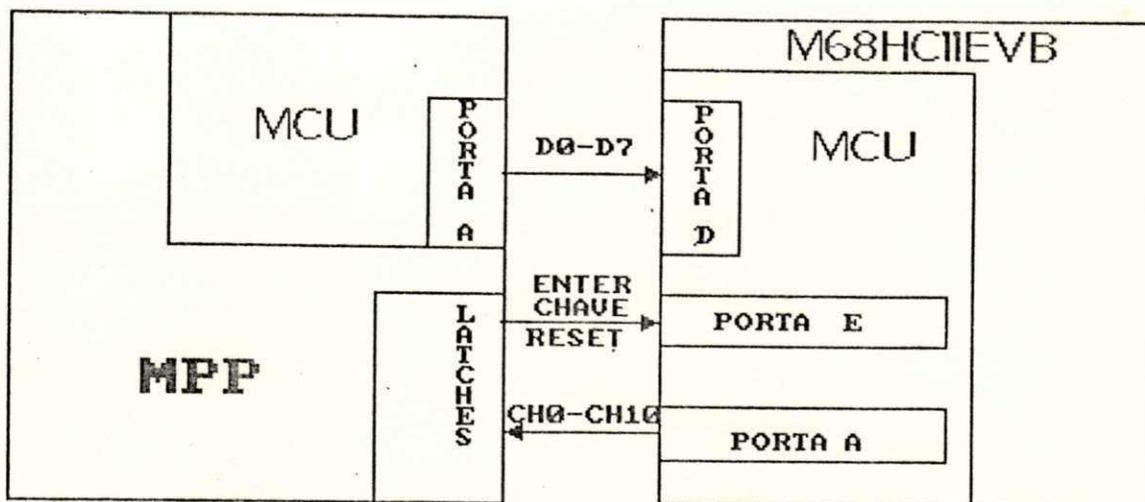


Figura 5.2. Diagrama da interface entre o MPP e o simulador da máquina industrial utilizando a placa M68HC11EVB.

O diagrama de blocos da interface é mostrado na figura 5.3.

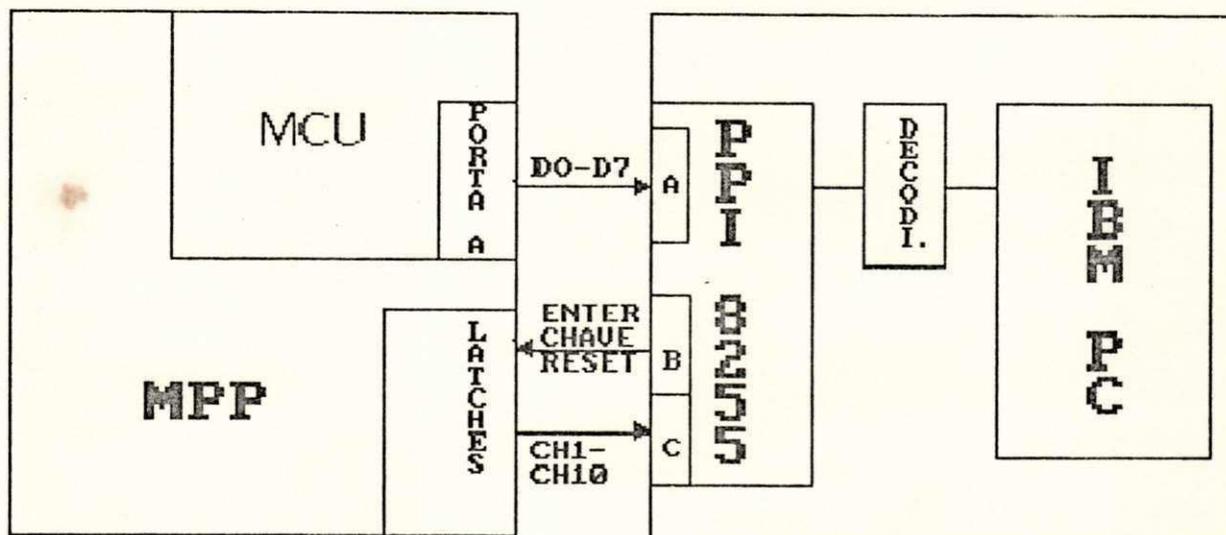


Figura 5.3. Diagrama da interface entre o MPP e o simulador da máquina industrial usando uma PPI.

5.3 Programa de simulação da máquina industrial

O programa para simular a operação de programação da máquina

industrial executa a tarefa de ler o conteúdo dos latches e armazenar em uma tabela tal qual é feito no controlador da máquina industrial.

O diagrama estruturado para a simulação da máquina industrial utilizando a placa microcontroladora EVB68HC11EVB é mostrado na figura 5.4.

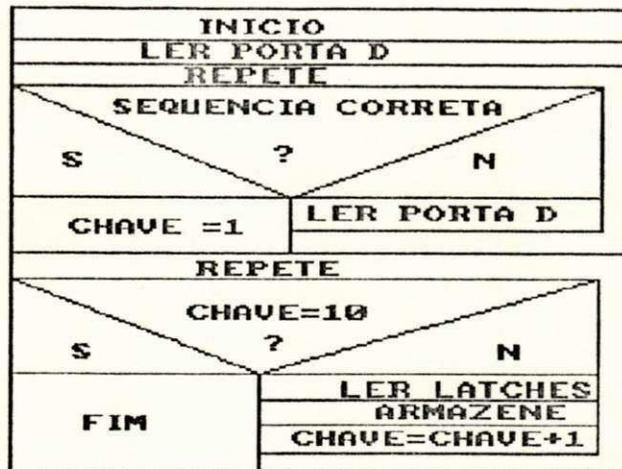


Figura 5.4. Diagrama estruturado para a simulação da máquina industrial utilizando uma placa M68HC11EVB.

Através da porta D (PD3-PD5) da MCU do MPP, são enviados os sinais ENTER, CHAVE e RESET na mesma sequência como é feito no painel da máquina. A porta D da MCU da placa EVB lê esses sinais e caso esteja na sequência correta, habilita determinado latch através da porta A, via decodificador e lê o conteúdo do latch através da porta E. Esse procedimento é repetido para o conjunto dos dez latches.

Dessa forma, consegue-se transmitir uma tabela contendo a programação da máquina para o simulador.

Nos testes realizados no laboratório, implementou-se apenas a proposta de um simulador de máquina industrial utilizando a placa M68HC11EVB.

5.4 Resumo

Apresentou-se neste capítulo os detalhes da implementação do MPP, onde abordou-se os aspectos das montagens das diversas interfaces que copõe o MPP.

Mostrou-se as formas como foram realizados os testes para a validação do protótipo do MPP, através de circuitos para a simulação do controlador da máquina industrial.

CONCLUSÕES

O sistema desenvolvido nesse trabalho consiste de um módulo programador portátil (MPP). A programação da máquina industrial típica de comando numérico é realizada no MPP. Essa programação é transferida à máquina utilizando a própria interface de programação existente no painel de controle do CLP da máquina.

Utilizou-se como modelo, uma máquina de comando numérico aplicada ao processamento de alimentos na forma de pó, cuja interface de programação é através de chaves digitais do tipo thumbwheel.

No MPP, cada chave é substituída por um latch, onde o módulo escreve a informação da mesma forma como se fosse feita através das próprias chaves digitais. Assim, essa solução mostrou-se bastante atraente em relação ao custo e desempenho, uma vez que necessita de uma mínima alteração no CLP da máquina industrial.

No MPP proposto, adotou-se uma arquitetura semelhante a de um CLP, com interfaces externas de um computador, tais como: um teclado numérico, um mostrador de cristal líquido, uma interface para comunicação serial e uma interface para a comunicação com o CLP da máquina.

A interface de comunicação serial, permite conectar o MPP a um microcomputador (IBM PC ou compatível), onde é possível transmitir a programação (armazenada em memória de massa do microcomputador) ao MPP e desse às máquinas. Para isso, desenvolveu-se um programa escrito em linguagem de alto nível, para realizar a programação da mesma forma como é realizada no painel de comando da máquina industrial, possibilitando o desenvolvimento de uma interface homem-máquina semelhante a adotada pelo CLP da máquina industrial. Da mesma forma, desenvolveu-se o programa para gerenciar o MPP, procurando não

alterar a maneira com que o técnico-operador programa à máquina.

Simulou-se a operação do CLP da máquina industrial com uma placa microcontroladora M68HC11EVB, onde usou-se a porta E para ler a informação presente nos latches da interface do MPP (vide ANEXO D) e portas A e D foram usadas para habilitar os latches e emular os botões de comando do painel da máquina industrial. Dessa forma foi possível verificar a funcionalidade do MPP.

O trabalho alcançou a meta proposta na medida que solucionou um problema específico referente a programação de uma máquina industrial de empacotamento de produtos na forma de pó. Porém, de posse do hardware montado, pode-se desenvolver o MPP para ser aplicado em outros tipos de máquinas industriais, bastando criar uma nova interface de comunicação com a máquina, ou aproveitar as interfaces existentes e desenvolver um novo programa de gerenciamento.

O protótipo do MPP desenvolvido, pode ser aproveitado em outras aplicações, pois é um sistema de desenvolvimento baseado na MCU 68HC11 com um desempenho semelhante a placa microcontroladora da Motorola M68HC11EVB, e possui interfaces de E/S (teclado, visor e interface serial). Pode-se modificar o programa monitor da placa M68HC11EVB (BUFFALO) para reconhecer o teclado e o visor do MPP como interfaces de E/S, permitindo desta forma dispensar o uso de um terminal de vídeo para o desenvolvimento de programas.

O MPP pode ser transformado em um módulo de desenvolvimento, com o qual vários equipamentos podem ser implementados na área de instrumentação eletrônica e controle de processos, tais como: medidores de PH, multímetros, e outros tipos de aplicações.

Como primeiro passo para aproveitar o hardware do MPP, sugere-se a adaptação do BUFFALO às interfaces de E/S do MPP (teclado/visor) para em seguida serem desenvolvidas algumas das aplicações acima sugeridas.

Dando seqüência ao trabalho, pode-se seguir vários caminhos para melhorar o desempenho do MPP. Uma das possibilidades é o

desenvolvimento de uma linguagem simbólica para a programação da máquina industrial usada como exemplo, onde seria criada uma sintaxe, melhorando a forma de programação da máquina.

Uma outra possibilidade é o desenvolvimento dos programas para o MPP com a utilização de compiladores de linguagens de alto nível (C, Pascal, etc), o que permite a geração de programas estruturados.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Alfacom, Manual do Módulo LCM
2. Cabral, F. (1989), A Linguagem C e o PC-BIOS. Rio de Janeiro, Editora Campus.
3. Cruclowski, R. A. & Struger, O. J. (1981), The Microprocessor in Programmable Logic/Computing Controllers for The Industrial Environment. Vol 22, August, pp 318.
4. Derry, T. K. & William T. I. (1979). A History of Technology. Oxford, Oxford University Press.
5. Franck, D. T. (1973). Programmable Controllers - Today and Tomorrow. IEEE Transactions on Industrial Electronics and Control Instrumentation, Vol 20, November, pp 195.
6. Greenfield, J. D. & Wray, W. C. (1981). Using Microprocessors and Microcomputers The 6800 Family. New York, John Wiley & Sons.
7. Gupta, A. & Toong, H. M. D. (1984). Microcomputer in Industrial Control Applications. IEEE Transactions on Industrial Electronics and Control Instrumentation, Vol 31, May, pp 190.
8. IBM (1983). Personal Computer Hardware Reference Library.
9. Lloyd, M. J. (1990). Especificação de micro-CLPs para controle de máquinas. Eletricidade Moderna, num. 197, Agosto, pp 18-28.
10. Mayer, Roberto Carlos (1989). Linguagem C ANSI., São Paulo, McGraw-Hill.
11. Malerbi, P. E. C. (1990). As tecnologias existentes para controle de processos. Eletricidade Moderna, num. 197, Agosto, pp 10-16.
12. Morse, S. P. (1988). Microprocessadores 8086/8088 - Arquitetura, Projeto de Sistema e Programação, Rio de Janeiro, Editora Campus.

13. Motorola (1988). HCMOS Single-Chip Microcontroller - Advanced Information. Motorola Inc..
14. Motorola I (1986). M68HC11EVB Evaluation Board User's Manual. Motorola Inc..
15. Motorola II (1986). M68HC11 HCMOS Single-Chip Microcontroller - Programmer's Reference Manual, Motorola Inc., 1986.
16. Norton, P. & Sosha, J. (1980). Linguagem Assembly para IBM PC. Rio de Janeiro, Editora Campus.
17. Philips, Manual do Módulo LCM
18. Rajaramam, K. (1981). A Microprocessor-Based Time Sequence Controller for Process Control Applications. IEEE Tras. on Industrial Electronics and Control Instrumentation, Vol 28, August, pp 214.
19. Santos, J. P. dos & Raymundi Júnior, E. (1989). Programando em Assembler 8086/8088. São Paulo, McGraw-Hill.
20. Smith, D. L. (1974), The Problem with Programmable Controllers. IEEE Transactions on Industrial Eletronics and Control Instrumentation, Vol 21, May, pp 50.
21. Wilhelm, R. E. (1985). Programmable Controller Handbook. New Jersey, Hayden Book Company, 1985.
22. Zakir Junior, J. (1988). Redes Locais - O estudo de seus elementos. Rio de Janeiro, Livros Técnicos e Científicos.

ANEXOS

ANEXO A
Características da MCU68HC11

A MCU (Microcontroller Unity) MC68HC11 pode ser configurada através de hardware para operar em quatro modos distintos. Esses modos de operação são os responsáveis pelo mapeamento de memória possíveis pela MCU, e são selecionados através de dois pinos MODA e MODB.

Os modos são mostrados na tabela 3.

Tabela 3. Pinos de seleção de modo da MCU68HC11

MODB	MODA	MODO SELECIONADO
0	0	BOOTSTRAP
0	1	SPECIAL-TEST
1	0	SINGLE-CHIP
1	1	EXPANDIDO

a - Modo Single-Chip

Neste modo de operação o MC68HC11 funciona apenas como um sistema em um único chip, desprovido de barramento externo. Todas as portas são usadas para I/O e/ou sinais de handshake. O microcontrolador acessa apenas os seus dispositivos internos (RAM, ROM, EEPROM e registradores).

b - Modo Bootstrap

Neste modo de operação as locações \$BF40 a \$BFFF são usadas pelos vetores de inicialização (reset). O programa carregador de bootstrap usa a SCI (Serial Communications Interface) para ler 256 bytes do programa localizado na RAM interna (\$0000 - \$00FF), sendo o controle automaticamente passado para a locação \$0000, após o byte localizado em \$00FF ter sido lido.

c - Modo expandido

Neste modo de operação o MC68HC11 tem a capacidade de endereçar 64 kbytes, onde as portas B e C são usadas como barramento de endereço/dados multiplexados. Os dispositivos internos (RAM, ROM, EEPROM e registradores) também estão incluídos nos 64 kbytes.

d - Modo Special-test

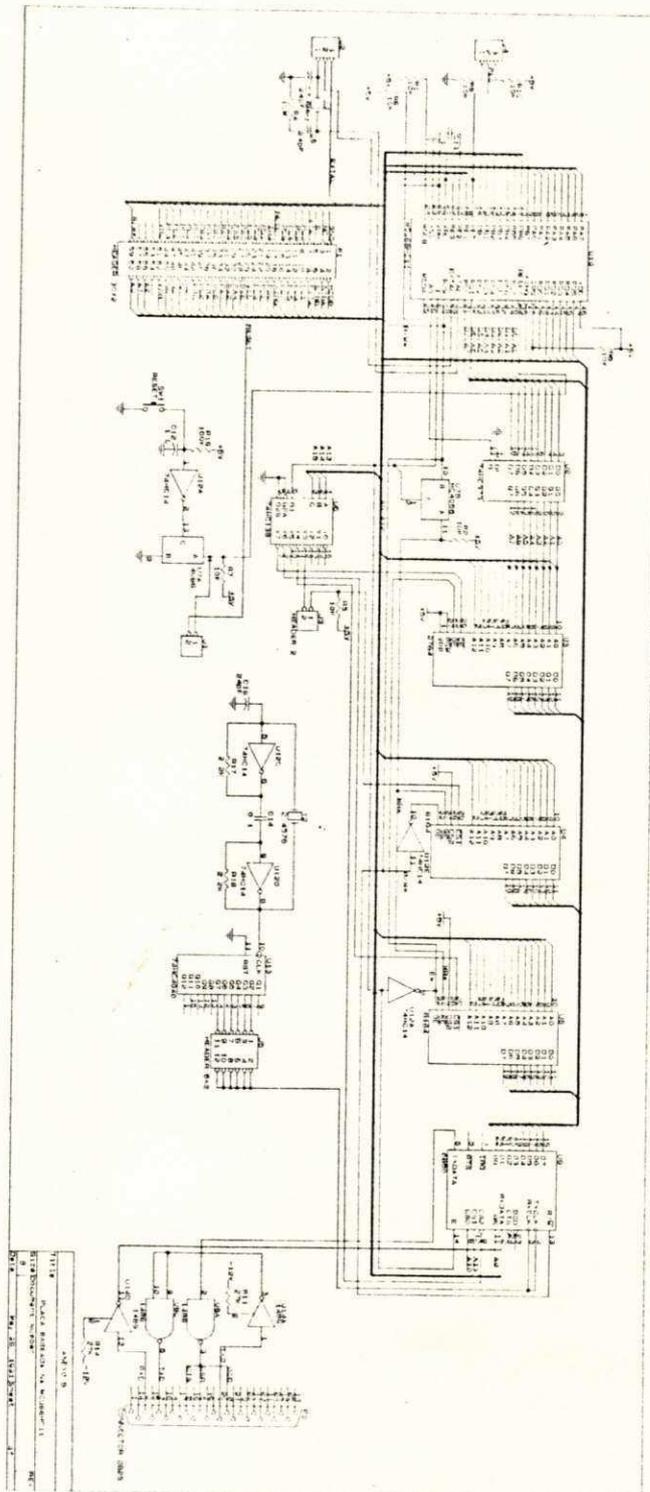
Esse modo é muito similar ao modo expandido, mas não é recomendável pois reduz a segurança do sistema.

Durante os primeiros 64 ciclos do relógio, após o reset, o MC68HC11 configura o sistema para um conjunto de características que inclui aspectos relacionados com a posição dos registros internos de configuração, EEPROM, etc.

Dessa forma, na operação no modo SPECIAL-TEST, os registros de configuração não são protegidos. Sendo este modo de operação apenas usado para os testes de fábrica.

ANEXO B

Diagrama da placa de desenvolvimento baseada no 68HC11



ANEXO C

Diagrama de ligação das chaves thumbwheel

