

JONAS DE SANTANA

APLICAÇÃO DE TECNOLOGIAS NA AUTOMAÇÃO INDUSTRIAL

Monografia apresentada
como exigência para
graduação no curso de
Tecnologia em
Processamento de Dados à
comissão julgadora da
Faculdade de Tecnologia de
Americana, sob a
orientação do professor
Diogenes de Oliveira.

Faculdade de Tecnologia de Americana
Americana – 1999
Estado de São Paulo
Brasil



AGRADECIMENTOS

*Agradeço a Deus pela
motivação e força de vontade
por concluir esta obra tão
importante.*

*À Metroval, empresa que
abriu suas portas de maneira
tão profissional e consciente
e que sem dúvida, foi a
responsável por minha
inspiração.*

*E também aos meus amigos
Amauri Ribeiro, Rogerio Emke,
aos meus pais e familiares que
tanto me ajudaram e tiveram
paciência para conclusão
desse trabalho.*

APLICAÇÃO DE TECNOLOGIAS NA AUTOMAÇÃO INDUSTRIAL

APLICAÇÃO DE TECNOLOGIAS NA AUTOMAÇÃO INDUSTRIAL

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	04
CAPÍTULO 1 EVOLUÇÃO DA COMPUTAÇÃO	05
CAPÍTULO 2 ARQUITETURA DO PC	
2.1 - Definição do padrão	09
2.2 - A placa mãe do PC	10
2.3 - Padrões de slots para placas de expansões	11
2.3.1 - ISA	12
2.3.2 - MCA	13
2.3.3 - EISA	13
2.3.4 - VLB /PCI	14
CAPÍTULO 3 – INTERFACE ANALÓGICA/DIGITAL PARA CONTROLE DE DISPOSITIVOS INDUSTRIAIS	
3.1 - Diagrama em bloco do Sistema	15
3.2 - Exemplo de cartão e componentes utilizados	16
3.3 - Descrição técnica do cartão	17
3.4 - Descrição de aplicação do cartão	18
CAPÍTULO 4 – INTERFACES PROGRAMÁVEIS E CONVERSOR A/D	
4.1 - Interface de comunicação paralela programável 8255	19
4.2 - Contador programável 8253	28
4.3 - Conversor analógico/digital ICL 7109	40
CAPÍTULO 5 – PROGRAMAÇÃO DO CARTÃO	
5.1 - Apresentação da interface visual do Sistema	43
5.2 - Código fonte do sistema de aferição (Delphi)	46
5.3 - Procedure assembler do hardware (Delphi)	52
CONCLUSÃO	57
BIBLIOGRAFIA	58

INTRODUÇÃO

Aplicação de tecnologias na automação industrial foi planejado para apresentar poderosas e versáteis tecnologias de hardware disponíveis para as mais variadas aplicações no setor de automação. Essas tecnologias foram há muitos anos utilizadas no mercado de informática especialmente em projetos de impressoras matriciais (matriz de agulhas) e microcomputadores baseados nos microprocessadores 8085 da Intel. Com a evolução tecnológica da eletrônica estas tecnologias foram substituídas por outras, entretanto, por constituírem características versáteis e poderosas atualmente são empregadas com muito sucesso em grandes projetos de automação industrial e também bancária.

Do que é constituído essa tecnologia ?

O capítulo Evolução da computação apresenta dois elementos de extrema importância para o entendimento dessa questão. O primeiro e o maior de todos, o transistor. O transistor constituído de material semicondutor foi o responsável pela revolução tecnológica.

Como aplicar essa tecnologia em projetos ?

O capítulo Arquitetura do pc apresenta padrões de slots de expansão e concentra-se no padrão ISA por ser o mais simples e mais difundido.

Na prática qual é a aplicação dessa tecnologia ?

O capítulo Interface analógica / digital para controle de dispositivos industriais apresenta um diagrama em bloco do projeto de um sistema de aferição de medidores de vazão mássico de fluído (medidor mássico é um dispositivo mecânico/eletrônico utilizado na leitura de quantidade de massa de fluídos), exemplo de um cartão A/D (analógico / digital) , componentes utilizados, descrição técnica e descrição de suas aplicações.

E como tudo isso funciona ?

O capítulo Interfaces programáveis e conversor A/D apresenta 3 componentes do cartão A/D. Os Intel 8255 e 8253 e o ICL 7109 da General Eletric. Os Intel 8255 e 8253 são os componentes mais importantes do cartão A/D por sua natureza infinita de aplicações e versáteis por serem dois componentes programáveis, portanto, merecedores de destaque no capítulo. O ICL 7109 conversor analógico / digital é também importante, porém, de uso mais específico e extremamente técnico do ponto de vista eletrônico e não merecedor de destaque na monografia.

Como o software comanda equipamentos e dispositivos ?

O capítulo Programação do cartão apresenta a interface visual do sistema de aferição de medidores, códigos fonte e uma parte da procedure em assembler da inicialização do sistema envolvendo o Intel 8255 e os demais componentes do cartão, a explicação da lógica eletrônica com a programação e como faz comandar equipamentos e dispositivos.

CAPÍTULO 1 - EVOLUÇÃO DA COMPUTAÇÃO
(PC e periféricos – um guia completo de programação)

O computador é um produto eletrônico que tem o objetivo de processar um pacote de dados, de qualquer complexidade e informar os resultados ao homem, de uma maneira cômoda e objetiva. Sem dúvida, o potencial de mercado gerado pelos computadores vem sendo um grande incentivo para a evolução tecnológica em diversos campos.

A eletrônica, associada à ciência dos materiais, foi uma das responsáveis pela evolução dos computadores. Ela surgiu com a idealização dos triodos. O primeiro desses foi apresentado na conferência sobre ondas, em Londres (1910). Posteriormente, os triodos apresentaram um desenvolvimento notável, possibilitando a fabricação, em série, dos primeiros aparelhos de rádio. Em 1923, o rádio já era um produto eletrônico de grande consumo, o primeiro a aparecer junto ao grande público. Durante a Segunda Guerra Mundial, a normalização e a uniformização dos componentes deram um grande passo a difusão de núcleos da indústria eletrônica.

Mas a eletrônica nunca alcançaria o seu atual desenvolvimento se não fosse o advento dos semicondutores. Com eles, surgiram os transistores. Sucederam-se as tecnologias de integração e o advento dos primeiros computadores digitais.

Embora não haja um consenso quanto ao primeiro computador construído, Charles Babbage, no século XIX, concebeu a Máquina Analítica (Machine Analytique), suposto o primeiro computador de programa armazenado. Era um projeto inteiramente mecânico, composto de engrenagens e discos perfurados.

A evolução natural do invento de Babbage, com o aperfeiçoamento da eletrônica, foi a sua transformação em máquinas eletromecânicas, onde o trabalho de girar o eixo principal das máquinas ficava a cargo de motores elétricos. Este passo trouxe maior independência (não dependia da presença humana para funcionar) e maior velocidade de processamento.

Com o tempo, surgiram os computadores eletrônicos. Inicialmente, os analógicos (baseados em triodos) e, posteriormente, os modelos digitais (baseados em transistores).

A primeira geração de computadores (Eniac e Univac), de 1939 a 1955, caracterizou-se por sistemas que utilizavam processamento em lotes, onde uma fila de programas em execução tinha o total controle da máquina.

APLICAÇÃO DE TECNOLOGIAS NA AUTOMAÇÃO INDUSTRIAL

A Segunda geração, por volta de 1960, foi caracterizada por um desenvolvimento acelerado da tecnologia de circuitos integrados. Durante este período, a IBM e a UNIVAC produziram diversos sistemas de grande porte, capazes de executar milhões de operações por segundo. Era o início dos chamados ambientes batch systems (multiprogramação e multiprocessamento).

A terceira geração, de 1960 a 1970, aconteceu em duas etapas, de acordo com os benefícios surgidos. A primeira foi a da integração em media escala (LSI) e a Segunda foi a da integração em larga escala (LSI) . As principais empresas do período foram a IBM, a UNIVAC, a CDC, a DEC, a Hewlett Packard e a NCR. Nesta geração, o software tornou-se o único instrumento visível entre o usuário e a máquina.

A Quarta geração, a partir dos anos 70, caracteriza-se por uma significativa miniaturização de componentes(very large scale integration), pelo processamento on line, pelo gerenciamento de redes de computadores, pelo tratamento criptografado da informação, pelo processamento distribuído, pelo suporte ao processamento paralelo e outros.

Projetos de quinta geração são baseados na chamada "inteligência artificial". Projetos de sexta geração são baseados nos chamados "sistemas neurais".

Com o surgimento do conceito de microprocessador, em 1971 (CPU 4004), tornou-se viável a construção de pequenos sistemas de processamento. O mercado respondeu muito rápido e logo foi lançada a CPU 8008(1972), a CPU 8080(1974), a CPU Z-80 (1975), a CPU MC6502(1975) e a CPU 8085(1976).

Assim, neste período de 1971 a 1976, já estava bem consolidado o conceito de computador pessoal (PC – Personal Computer), o microcomputador e a sua comercialização era de considerável interesse financeiro. Já se sabia que a evolução natural dos microcomputadores seria para uma CPU de 16 bits e que a tecnologia para a sua fabricação estava praticamente disponível. Havia, sim, uma dúvida: projetar algo inovador ou ainda apresentar certa compatibilidade com o mercado de 8 bits.

A Texas Instruments foi a primeira a apresentar uma arquitetura de 16 bits, com a CPU TMS9000(1976), tendo um grande sucesso. Em 1978, a Intel lança o 8086, que foi a sua CPU que daria origem à família PC e que, sem dúvida, revolucionou o mercado dos computadores pessoais. A CPU 8088 surgiu com uma arquitetura quase idêntica à do 8086, mas apresentava um barramento de dados externo de 8 bits. Este barramento permitia aproveitar uma boa parte do hardware que havia sido desenvolvido para as CPUs de 8 bits.

APLICAÇÃO DE TECNOLOGIAS NA AUTOMAÇÃO INDUSTRIAL

Resumo cronológico das conquistas industriais desde os primeiros circuitos integrados, até os processadores atuais.

1948 → Transistor (Bell Lab.): John Bardeen, Walter Bratain, Wiliam Schockley

1959 → Texas Instruments: primeiro circuito integrado

1964 → Linguagem Basic: John G. Kemeny, Thomas E. Kurtz
→ Digital anuncia PDP-8 (US\$ 16.200)

1968 → Nasce a Intel

1971 → Intel produz o 4004, CPU de 4bits (US\$200)

1972 → Intel produz o 8008, CPU de 8 bits

1974 → Intel produz o 8080
→ Kemighan/Ritchie formalizam a linguagem C

1975 → Zilog produz o Z-80
→ MOS Technology produz o MC 6501 e o MC 6502 a preços atraentes

1976 → Intel produz o primeiro microcontrolador, o 8048
→ Intel produz o 8085
→ Texas Instruments produz a primeira CPU de 16 bits, o TMS 9000
→ Keuffel B. Esser fabrica a última regra de cálculo
→ Nasce a Apple Computer
→ Início do projeto do 8086

1977 → Grande sucesso dos Apple II, Commodore Pet, TRS-80

1978 → Intel produz o 8086 (5MHz/0,33mips)

1979 → Intel produz o 8088 (5MHz/0,33 mips)
→ Lançamento do Visical C, Wordstar, Dbase II

1980 → Intel produz o microcontrolador 8051 (evolução de 8048)

1981 → Lançamento do IBM PC
(8088, 64KB RAM, 40 KB ROM, drive 5 ¼, US\$ 3.005)

1982 → Intel produz as CPUs 80186/80188,80286 (8MHz/1.2 mips)

1983 → Lançamento do PC/XT (US\$ 4.995)
→ Início da comercialização do Unix Systems V pela AT&T

APLICAÇÃO DE TECNOLOGIAS NA AUTOMAÇÃO INDUSTRIAL

- 1984 → Lançamento do PC/AT (80286, 256 KB RAM, US\$ 5.469)
 - Lançamento do Macintosh pela Apple
 - Lançamento do 68020 pela Motorola
 - Lançamento do computador Amiga pela Commodore
- 1985 → Intel produz o 80386-DX (16 MHz/6mips)
- 1986 → Lançamento do Compaq Deskpro 386
- 1988 → Intel produz o 80386 -SX (16MHz/2,5 mips)
- 1989 → Intel produz o 80486 - DX (25 MHz/20 mips)
- 1991 → Intel produz o 80486 - SX (20MHz/16,5 mips)
- 1992 → Intel produz o 80486 - DX2 (50MHz/40 mips)
- 1993 → Intel produz o Pentium (60 MHz/112 mips)

CAPÍTULO 2 - ARQUITETURA DO PC (PC e periféricos – um guia completo de programação)

2.1 – DEFINIÇÃO DO PADRÃO

A introdução do PC no mercado de computadores pessoais marca o início de uma época de padronizações, visto que o momento de seu lançamento era caracterizado por uma grande variedade de computadores, como a Apple II, Radio Shack, Commodore e outros. Após alguns anos, a oferta reduziu-se a dois tipos: o Macintosh, fabricado pela Apple e o PC, fabricado pela IBM e centenas de outras firmas.

Atribui-se o grande sucesso do PC à sua arquitetura aberta e a utilização de muitos componentes comerciais. Após alguns anos de evolução, softwares e placas idealizados para os primeiros XT são compatíveis com o mais moderno dos Pentium, ou seja, todos os ajustes feitos nos projetos das CPUs, placas, etc., após o primeiro micro vendido, sempre visou à compatibilidade com os softwares escritos para as máquinas anteriores.

O 8088/8086 foi naturalmente selecionado, dentre os processadores da época como a primeira CPU do PC, pois permitia, menor custo de implementação, uma arquitetura com maior capacidade de endereçamento e possibilidade de evolução. A IBM, suprida pela Intel, foi a primeira empresa que tomou a iniciativa de produção em larga escala, tendo sido a líder mundial por vários anos.

O PC envolve, basicamente, a CPU, memória ROM e RAM, circuitos de suporte, slots para expansões (*conectores onde são fixadas placas com as mais diversas funções*) dispositivos, *periféricos que se comunicam por conectores com a placa mãe ou outras placas e gabinete.*

Os circuitos de suporte e os dispositivos periféricos são mapeados em I/O, ou seja, cada um tem seu próprio conjunto de endereços para acesso (leitura e escrita). Além disto, pedidos de interrupção e de transferência via DMA também são mapeados para evitar conflitos nos barramentos. Então para escrever um software, o programador utiliza o assembler do microprocessador, onde este se comunica com os outros componentes via entrada e saída (I/O), através das instruções IN e OUT.

2.2 – A PLACA MÃE DO PC

A placa mãe é aquela na qual são fixados muitos dos componentes do PC. Ela contém um microprocessador (8086/8088/80286/80386/80486 ou Pentium), circuitos de suporte, memória e conectores.

Dentre os circuitos de suporte, citam-se:

- Coprocessador matemático
- Controladores programáveis de DMA e interrupções
- Interfaces para teclado e alto-falante.
- Temporizador e relógio permanente.
- Algumas placas incluem portas seriais e paralela.
- Controlador de cache
- Gerador de clock e controlador de barramento

A memória inclui:

- ROM BIOS
- Bancos de memória DRAM de 256KB, 1MB, 4MB, 8MB ou 16 MB
- Memória cache(SRAM)
- Memória RAM CMOS para setup

Os conectores da placa mãe são exemplificados por:

- Slots para placas de expansão
- Conectores para alimentação
- Conectores para o painel do gabinete
- Conector para o teclado

2.3. – PADRÕES DE SLOTS PARA PLACAS DE EXPANSÕES

Os slots são conectores de encaixe que permitem o contato de novas placas (placas de expansão) com a placa mãe. O slot contém sinais dos barramentos de dados, de endereços e de controle. Para a confecção de uma placa de expansão, o projetista utiliza as linhas que achar necessário.

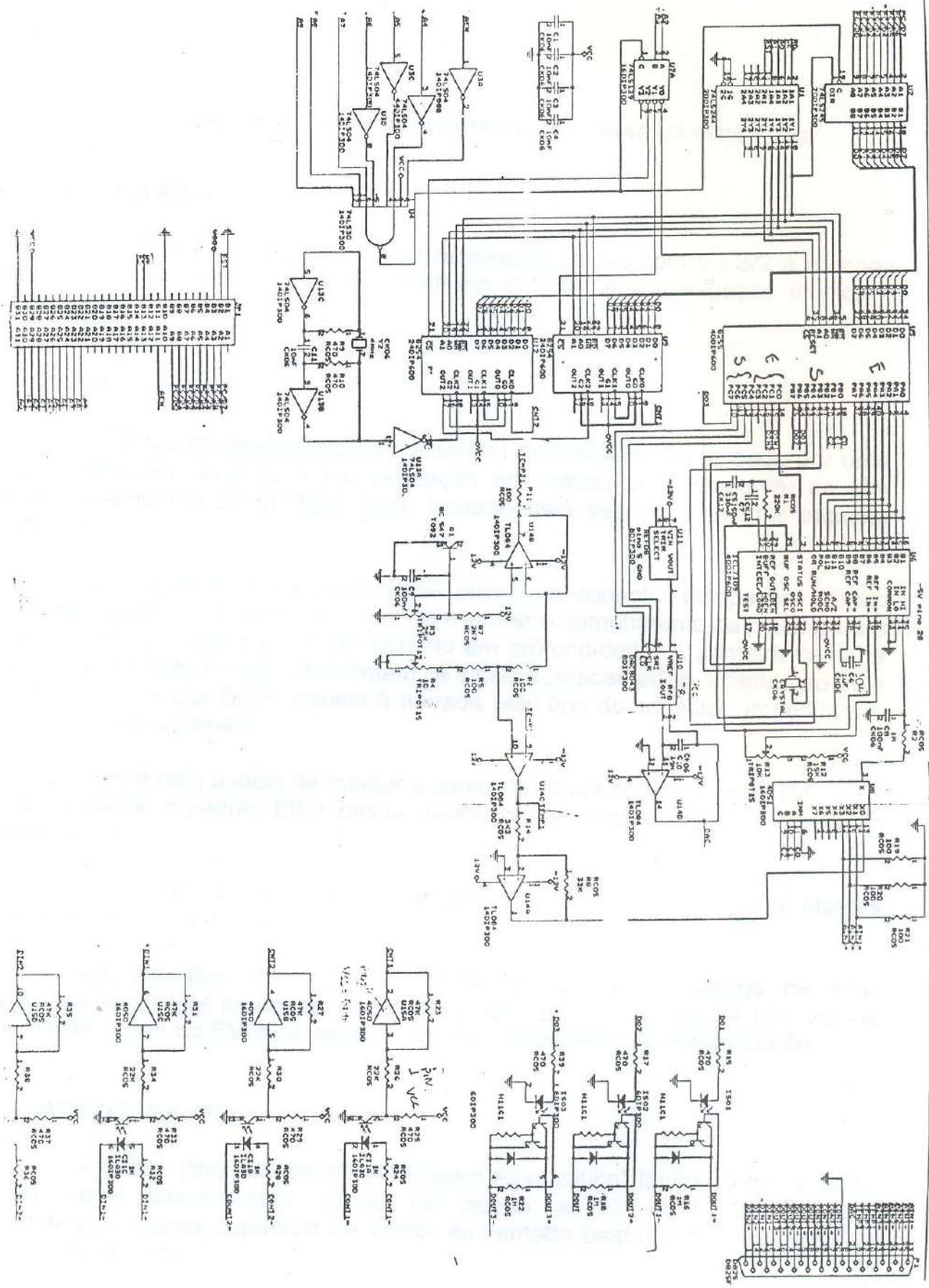
Os principais barramentos comerciais, que definem os sinais dos slots, são: ISA, MCA, EISA, VLB E PCI.

2.3.1 - PADRÃO ISA

O padrão ISA (Industry Standard Architecture) é o barramento original do PC. Por ter seu fomento técnico bem difundido, é bastante utilizado pela indústria. Dentre as principais características, expressa a tradicional arquitetura de Von Neumann, operando com 8 ou 16 bits utilizando um clock no barramento de 8 MHz. A tabela abaixo apresenta a descrição funcional das linhas de interface do padrão ISA.

Figura 1 - DESCRIÇÃO DOS PRINCIPAIS SINAIS DO BARRAMENTO ISA

SINAL	TIPO	DESCRIÇÃO
Reset driver	Saída	Sinal de Reset para todos os periféricos
IRQ	Entrada	Pedido de interrupção por parte de um dispositivo periférico.
DRQ	Entrada	Requisição de canal de DMA
/DACK	Saída	Resposta positiva à requisição de canal de DMA (nível baixo)
/MEMR	Saída	Sinal de leitura na memória (nível baixo)
/MEMW	Saída	Sinal de escrita na memória (nível baixo)
/IOR	Saída	Sinal de leitura em um dispositivo de I/O (nível baixo)
/IOW	Saída	Sinal de escrita em um dispositivo de I/O (nível baixo)
CLK	Saída	Clock do barramento
T/C	Saída	Pulso gerado ao final de uma operação de DMA
ALE	Saída	Gerado para o controle de demultiplexação entre os sinais de dados e endereços
OSC	Saída	Frequência de 14,1818 MHz
I/O CH CK	Entrada	Informa à CPU que ocorreu um erro de conexão da placa de expansão (nível baixo)
I/O CH RDY	Entrada pull-up	Sinal para sincronismo de periféricos lentos, informando se a placa está pronta ou não
D	Bidirecional	Barramento de dados
A	Bidirecional	Barramento de endereços



APLICAÇÃO DE TECNOLOGIAS NA AUTOMAÇÃO INDUSTRIAL

2.3.2 - PADRÃO MCA

O MCA (Micro Channel Architecture) apareceu com o PS/2 e é capaz de operar com 32 bits a 10MHz. Ao contrário do ISA, sua divulgação técnica é bastante restrita.

2.3.3 - PADRÃO EISA

O EISA (Extended Industry Standard Architecture) foi lançado por uma série de fabricantes, visando a sua utilização em massa ao acrescentar ao ISA alguns melhoramentos do MCA(32 bits), limitado pelo segredo industrial imposto pela IBM.

O projeto do barramento EISA prevê um conector compatível com o ISA, acrescentando-se 55 sinais. Em vez de explorar o comprimento da placa para a sua fixação, o EISA possui um duplo contato em profundidade. A primeira camada de sinais simula o ISA. A Segunda contém os sinais acrescentados. Inserido-se uma placa ISA num conector EISA, aquela é travada pelo tipo de conector, impedindo o contato com os novos sinais.

Ainda com a idéia de manter a compatibilidade com as placas ISA de 8 e 16 bits de dados, o padrão EISA possui sinais para a determinação da largura do barramento de dados.

Em termos de capacidade de endereçamento, a limitação de 16 Mbytes (ISA) foi ampliada para 4 Gbytes (EISA).

As principais aplicações do EISA estão nos aplicativos de alta-resolução, programas de processamento de imagens para placas de 24 bits, vídeos com resolução acima do SVGA e redes locais com altas taxas de comunicação.

2.3.4 - PADRÃO VLB /PCI

A VESA (Vídeo Eletronics Standard Association) lançou o barramento VLB(Vesa Local Barramento), capaz de operar a 33 MHz. Ele atende, principalmente, a placas especiais de vídeo, aumentando bastante a velocidade de acesso a sua memória.

Com a grande aceitação do VLB, a Intel especificou o PCI (Peripheral Component Interconnect). Tanto o PCI (de arquitetura local barramento, podendo ser utilizado como acelerador de vídeo) quanto o VLB trabalham com taxas de ate

APLICAÇÃO DE TECNOLOGIAS NA AUTOMAÇÃO INDUSTRIAL

132 MB/s. Alguns especialistas afirmam que o PCI opera bastante satisfatoriamente, mas não se caracteriza por atuar em alguma deficiência da VLB, em termos de desempenho de vídeo.

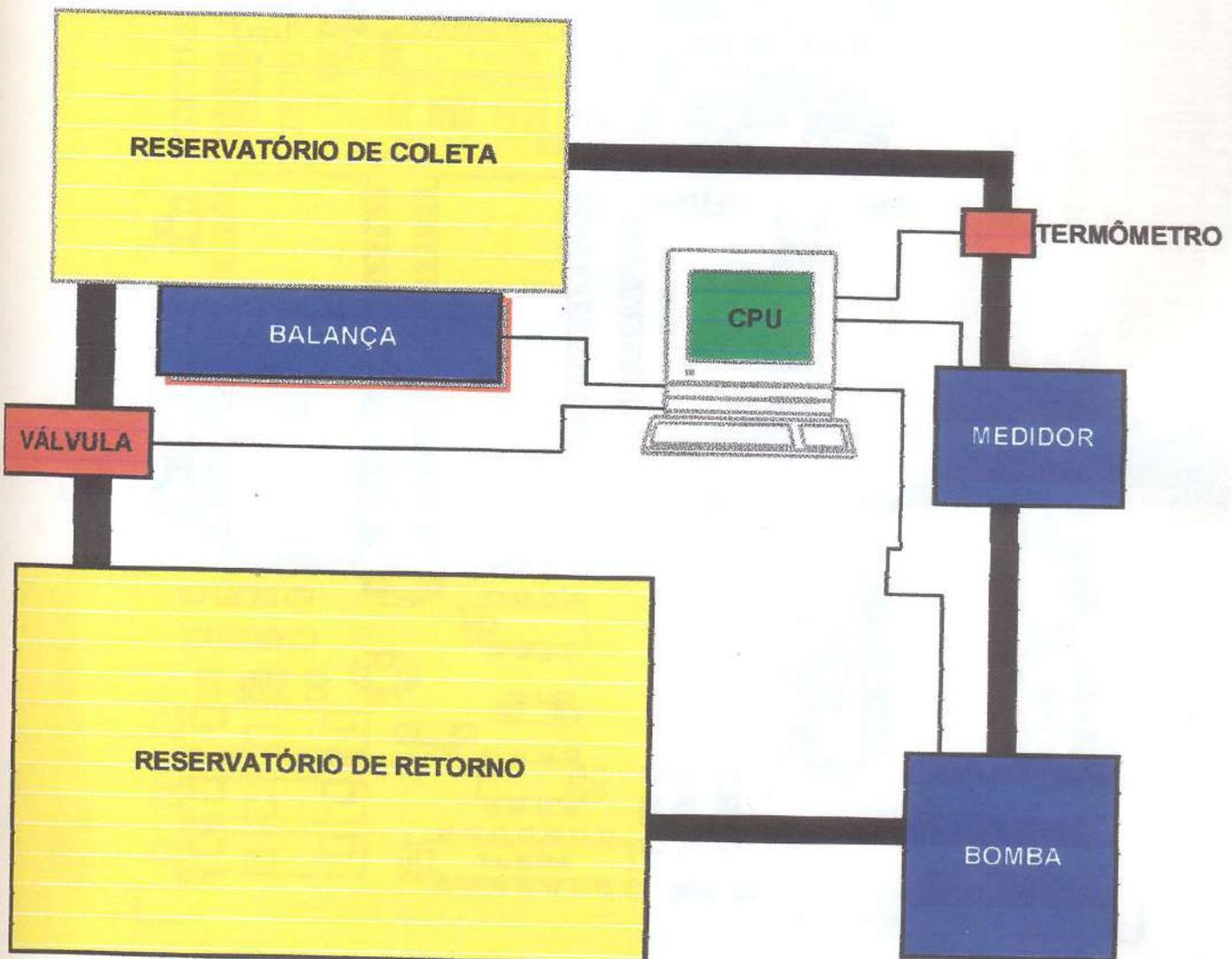
O projeto VLB permite até 3 slots para acesso de 32 bits, em placas 486. Já a Intel preocupou-se em possibilitar mais de 10 carregamentos, onde cada periférico PCI gasta dois carregamentos, para uma CPU com clock de 33 MHz.

A grande vantagem da PCI não é aumentar a velocidade de comunicação, mas permitir que periféricos operem assíncronamente, isto é, a CPU pode executar instruções e acessar a memória sem esperar pela resposta do periférico, evitando assim que a CPU fique ociosa por *wait states* ou periféricos lentos.

CAPÍTULO 3 – INTERFACE ANALÓGICA/DIGITAL PARA CONTROLE DE DISPOSITIVOS INDUSTRIAIS.

3.1- DIAGRAMA DO SISTEMA DE AFERIÇÃO DE MEDIDORES MÁSSICOS

Figura 2 - DIAGRAMA DO SISTEMA DE AFERIÇÃO DE MEDIDORES



3.2 - EXEMPLO DE CARTÃO E COMPONENTES UTILIZADOS

SBC CLIENTE-METROVAL CDD: BANCA
CABOTAGEM
TEL: (011) 3938-5333

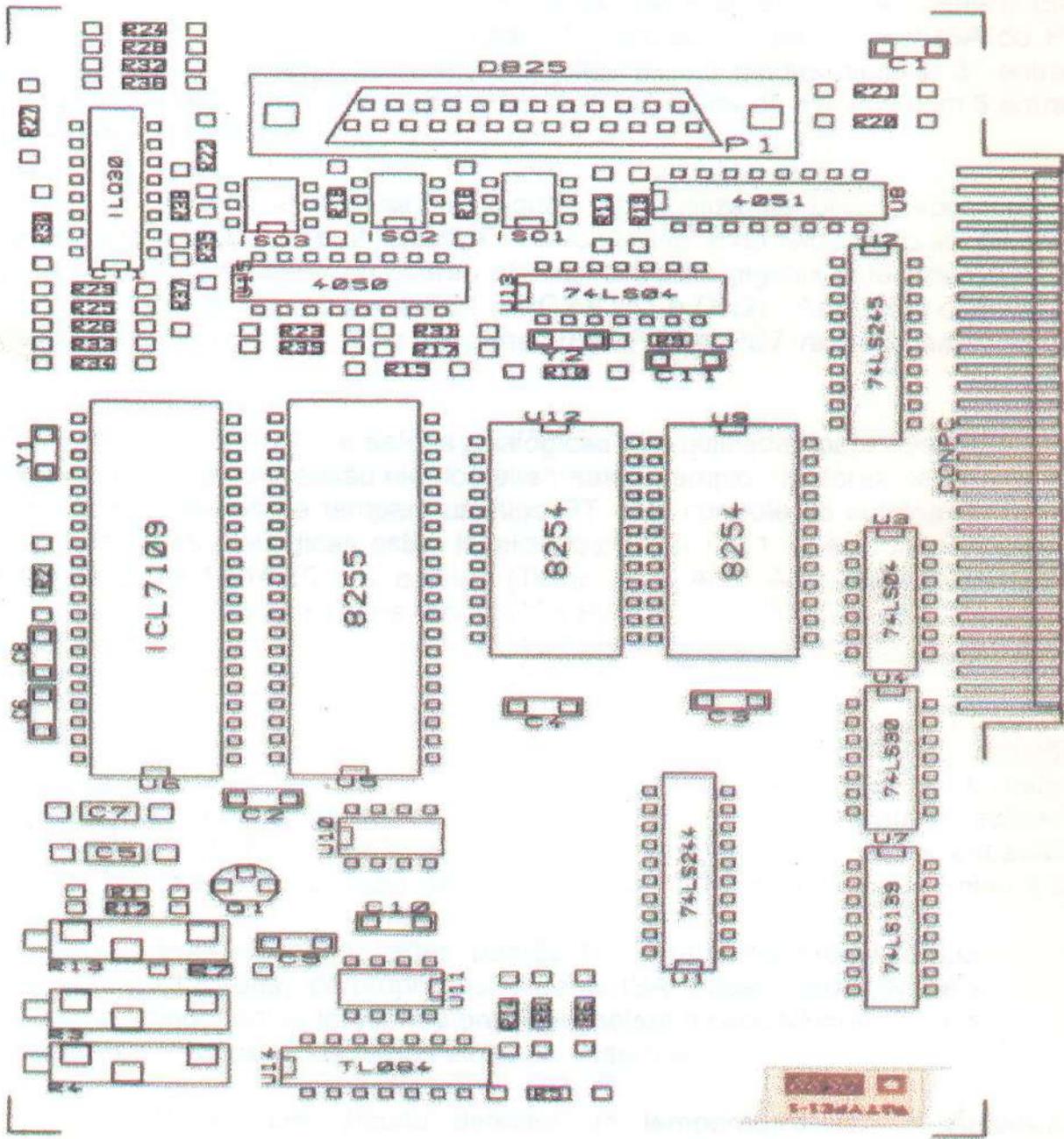


Figura 3 – Cartão analógico / digital

3.3 - DESCRIÇÃO TÉCNICA DO CARTÃO

O cartão analógico / digital é composto por componentes de tecnologia TTL (Transistor-Transistor-Logic) e entre os principais estão os Intel 8255 Interface Paralela Programável, 8253 Contador de Eventos e General Electric ICL 7109 Conversor Analógico / Digital. Foi projetado para o slot ISA do PC e possui os seguintes recursos: 2 entradas digitais, 3 saídas digitais, 3 entradas analógicas, 1 saída analógica, 2 entradas de contadores de eventos com 3 entradas independentes cada um.

As entradas e saídas digitais são utilizadas para dispositivos que operam com lógica de 2 estados: zero e um, Exemplo: motores de passo, lâmpadas, sensores de fim de curso etc. As entradas digitais estão localizadas no CI 8255 nos pinos 15 e 16 porta PC1 e PC2 (Din1 e Din2). As saídas digitais estão localizadas nos pinos 24, 25 e 10 porta PB6, PB7 e PC7 respectivamente (DO1, DO2 e DO3).

As entradas e saídas analógicas são utilizadas para dispositivos que operam com níveis de tensão elétrica alternada, Exemplo : motores com controle de velocidade, sensores de temperatura tipo PT 100, controle de iluminação gradual, etc. As entradas analógicas estão localizadas no CI 4051, que é um multiplexador de dados, pinos 13,14,15 e 12 e sinais (Temp, Ain1, Ain2, Ain3) respectivamente. A saída analógica localiza-se na porta PC5,PC6,PC7 do 8255 pinos 15, 11 e 10 respectivamente, também no CI DAC8043 Conversor Digital / Analógico, pinos 6,7,5 e finalmente no CI TL84 U 14 pino 14, sinal DAC.

Os contadores de eventos são utilizados para leitura de dispositivos através de pulsos elétricos, como exemplo : sensores de presença, "encoder" e também funciona como gerador de dados de temporização para outras aplicações como exemplo : relógio da placa do PC/XT informe data e hora. As entradas do contador localiza-se no CI 8253 U9 pino 9, sinal CNT1 e CI 8253 U12 pino 9 sinal CNT2.

Operam com tensões padrão TTL(Transistor-Transistor-Logic), 0 – 5 Volts, e 12 e –12 Volts, do próprio barramento ISA. Possui proteção de segurança através de componentes fotocondutores que isolam o circuito interno à placa contra eventos atmosféricos e descargas elétricas externas.

Possui um circuito detector de temperatura TL084(Amplicador Operacional) que faz a codificação da corrente elétrica em função da variação da resistência elétrica do sensor de temperatura PT 100 . Este componente PT 100 é um dispositivo que lê a temperatura do ambiente onde está inserido através de

APLICAÇÃO DE TECNOLOGIAS NA AUTOMAÇÃO INDUSTRIAL

uma propriedade física com base na 1ª lei de Ohm que diz: A tensão elétrica é igual ao produto da resistência elétrica pela corrente elétrica de um circuito. Em outras palavras, o PT100 quando exposto a ambientes que esteja apresentando variações de temperatura faz com que sua resistência elétrica varie e isto faz a corrente elétrica variar. O resultado da variação elétrica é sentida por componentes especiais como os Amplificadores operacionais TL84 que decodificam estes valores. Estes valores são enviados para o conversor Analógico/Digital ICL 7109 que transforma valores analógicos de tensão, a partir de tabelas, em valores binários que posteriormente serão enviados ao componente 8255 Intel Interface programável.

3.4 - DESCRIÇÃO DE APLICAÇÃO DO CARTÃO

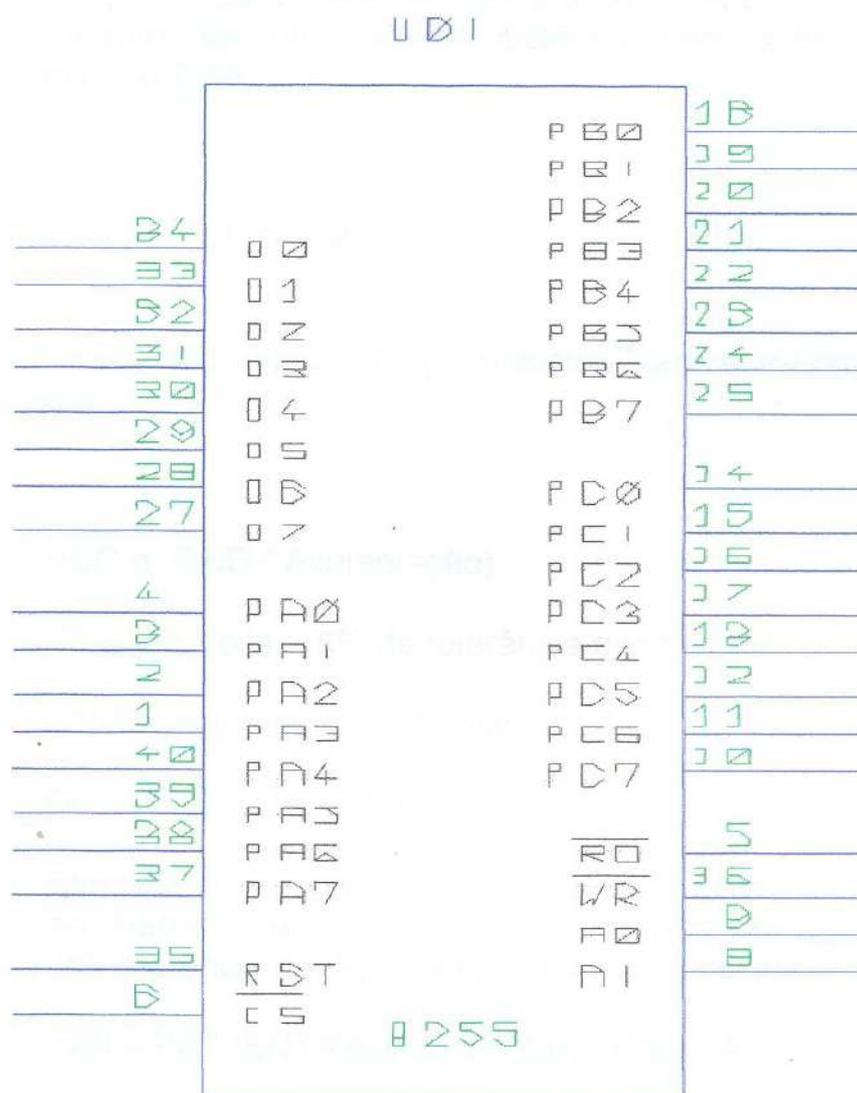
Este cartão analógico/digital é de propriedade da empresa Metroval Medidores de Precisão Ltda. Foi cedido em caráter de pesquisa acadêmica para que possa ser explorado em diversas áreas da automação industrial.

Foi projetado para substituir processos produtivos realizados manualmente visando a redução de custo de mão-de-obra, melhor qualidade, confiabilidade, redução de área construída para acomodar linhas de produção.

Atualmente, é comercializado pela Metroval, como parte de uma linha de produtos que compõe o processo de automação industrial juntamente com medidores mássicos que utilizam tecnologias que atendem às necessidades das empresas fabricantes de tintas, produtos químicos, farmacêuticos, alimentícios, petroquímicos e outros que requerem precisão e confiabilidade em processos como: controle de velocidade de motores, controle de válvulas, iluminação, controle de temperatura comum e temperatura P & D, temperatura de caldeiras, líquidos, estufas e contagem de eventos por exemplo: contagem de produtos fabricados em linha de produção, quantidade de fluído para misturar com outras substâncias e etc.

CAPÍTULO 4 - INTERFACES PROGRAMÁVEIS E CONVERSOR A/D
 (Microprocessador 8085 e controladores programáveis)

4.1 - INTERFACE DE COMUNICAÇÃO PARALELA PROGRAMÁVEL 8255



INTERFACE PROGRAMAVEL

Figura 4 – Interface 8255

APLICAÇÃO DE TECNOLOGIAS NA AUTOMAÇÃO INDUSTRIAL

Para a comunicação de dados entre a unidade central de processamento e os dispositivos de entrada e saída, os dados devem passar através de circuitos especiais que são as interfaces de entrada e saída. Nestes circuitos, um dado proveniente de um dispositivo de entrada e saída é armazenado para posterior leitura pela unidade central de processamento ou vice-versa. Certos dispositivos ou certas aplicações necessitam de interfaces de comunicação paralela, isto é, os dados de comunicação são formados por diversos bits e são transferidos todos os bits simultaneamente. A interface 8255 é uma interface de propósito geral, programável, projetada para trabalhar com o 8080 ou 8085 (microprocessadores), podendo, entretanto, ser utilizado em sistemas com outros microprocessadores como por exemplo o Z-80.

4.1.2 - DESCRIÇÃO DE SINAIS

Possui tecnologia TTL (Transistor-Transistor-Logic) (0 e 5V) e contém 40 pinos, a seguir:

VCC e GND (Alimentação)

VCC = 5 Volts e 5% de tolerância a variações

GND = Referência de 0 Volts

D0 – D7 (ENTRADA E SAÍDA)

Barramento de dados bidirecional. Estes pinos são conectados diretamente ao barramento de dados do microprocessador, barramento este utilizado para transferência de dados entre o microprocessador e a interface.

PA0 – PA7 (ENTRADA E SAÍDA) : Porta A

PB0 – PB7 (ENTRADA E SAÍDA) : Porta B

PC0 – PC7 (ENTRADA E SAÍDA) : Porta C

Cada uma destas portas forma um grupo de 8 bits para transferência de dados entre os dispositivos de entrada e saída da interface. Cada um destes 24 bits pode ser individualmente monitorado pela unidade central de processamento e o

APLICAÇÃO DE TECNOLOGIAS NA AUTOMAÇÃO INDUSTRIAL

sentido de entrada ou sentido é selecionado por programa, como pode ser visto na descrição de modo de operação (3.3)

A0 – A1 (ENTRADA)

Barramento de endereço: Conectados diretamente ao barramento de endereço do microprocessador e são utilizados para selecionar uma das três portas ou o registrador da palavra de controle da interface 8255.

RESET (ENTRADA)

RESET: O mesmo sinal de reset recebido pelo microprocessador e demais circuitos do sistema é enviado a interface 8255 para sincronização geral do sistema. Um sinal de reset na interface 8255 limpa todos seus registradores internos, incluindo a palavra de controle, e coloca as três portas no modo entrada.

$\overline{\text{CS}}$ (ENTRADA)

Seleção do circuito : Habilita a comunicação entre a interface e o microprocessador .

$\overline{\text{RD}}$ (ENTRADA)

Leitura: Habilita a interface a enviar dados ao microprocessador através do barramento de dados.

$\overline{\text{WR}}$ (ENTRADA)

Escrita: Habilita a interface a receber dados ou palavras de controle do microprocessador através do barramento de dados.

As três portas de comunicação da interface paralela 8255 são divididas em dois grupos: o grupo A, formado pela porta A e os quatro bits mais significativos da porta C(PC4 – PC 7), e o grupo B, formado pela porta B e os quatro bits menos significativos da porta C

(PC0 – PC3). Cada controlador destes grupos recebe os comandos da unidade de controle e os envia para as portas associadas a ele.

A unidade de controle interna decodifica as variáveis de controle do sistema e gera os comandos para o buffer do barramento de dados e para os controladores de grupo. A programação é feita por meio da palavra de controle fornecida pelo sistema.

APLICAÇÃO DE TECNOLOGIAS NA AUTOMAÇÃO INDUSTRIAL

Os dados enviados pela unidade central de processamento são recebidos pela interface paralela através do barramento de dados enviados aos dispositivos de entrada/saída por uma das portas conforme selecionada pela unidade de controle ou, de maneira inversa, os dados recebidos através da porta selecionada serão enviados à unidade central de processamento pelo barramento de dados, fazendo, assim, esta interface a interligação da unidade central de processamento com os dispositivos de entrada/saída.

4.1.3 - MODO DE OPERAÇÃO

A interface de comunicação paralela 8255 é um dispositivo programável pelo microprocessador e pode operar em três modos distintos:

MODO 0 : Neste modo, suas portas estarão programadas para serem basicamente entradas ou saídas de dados.

MODO 1 : Neste modo, apenas as portas A e B serão entradas ou saídas de dados, porém elas são sincronizadas por meio de sinais de controle especiais ligados a porta C.

MODO 2 : Neste modo, a porta B não é usada, a porta A constituirá um barramento de dados bidirecional de entrada e saída e os bits da porta C são usados para sinais de controle de maneira semelhante ao modo 1 .

A interface paralela 8255 pode operar em um destes modos conforme sua programação, ou, ainda, ela pode trabalhar com combinação destes modos, isto é, uma porta pode trabalhar em um modo e outra porta em outro modo, simultaneamente.

Para trabalhar com a 8255, a unidade de central de processamento necessita apenas de duas instruções: uma para enviar um dado através do barramento de dados para a interface e outra para receber um dado. Porém, este dado pode ser enviado para o registrador da palavra de controle; neste caso, o dado enviado será uma palavra de controle para a programação da interface, ou, então o dado pode ser enviado ou recebido para qualquer uma das três portas e , neste caso, o dado será enviado ou proveniente diretamente de um dispositivo externo.

Vamos analisar como a unidade central de processamento seleciona uma das três portas ou o registrador da palavra de controle. Isso é feito por meio dos bits de endereço que são conectados da unidade central de processamento à interface. Os registradores, selecionados conforme as combinações dos bits de endereço, podem ser vistos na Figura 5.

A1	A0	Registrador
0	0	Porta A
0	1	Porta B
1	0	Porta C
1	1	Controle

Figura 5- Endereçamento da interface 8255

As variáveis de controle \overline{RD} e \overline{WR} definirão se a operação é de leitura ou escrita, respectivamente, na interface.

Assim sendo, a combinação da unidade central de processamento com a interface é feita por meio das duas instruções de *enviar* ou *receber* dados da interface, sendo que as próprias instruções irão acionar adequadamente as variáveis de leitura ou escrita. Estas instruções deverão conter o endereço, conforme o registrador desejado.

A programação da interface 8255 é feita através de uma palavra de controle que é enviada da unidade central de processamento para o registrador da palavra de controle.

Esta palavra de controle é formada por oito bits (D0 – D7) e a definição de cada bit está mostrado na tabela da Figura 5.

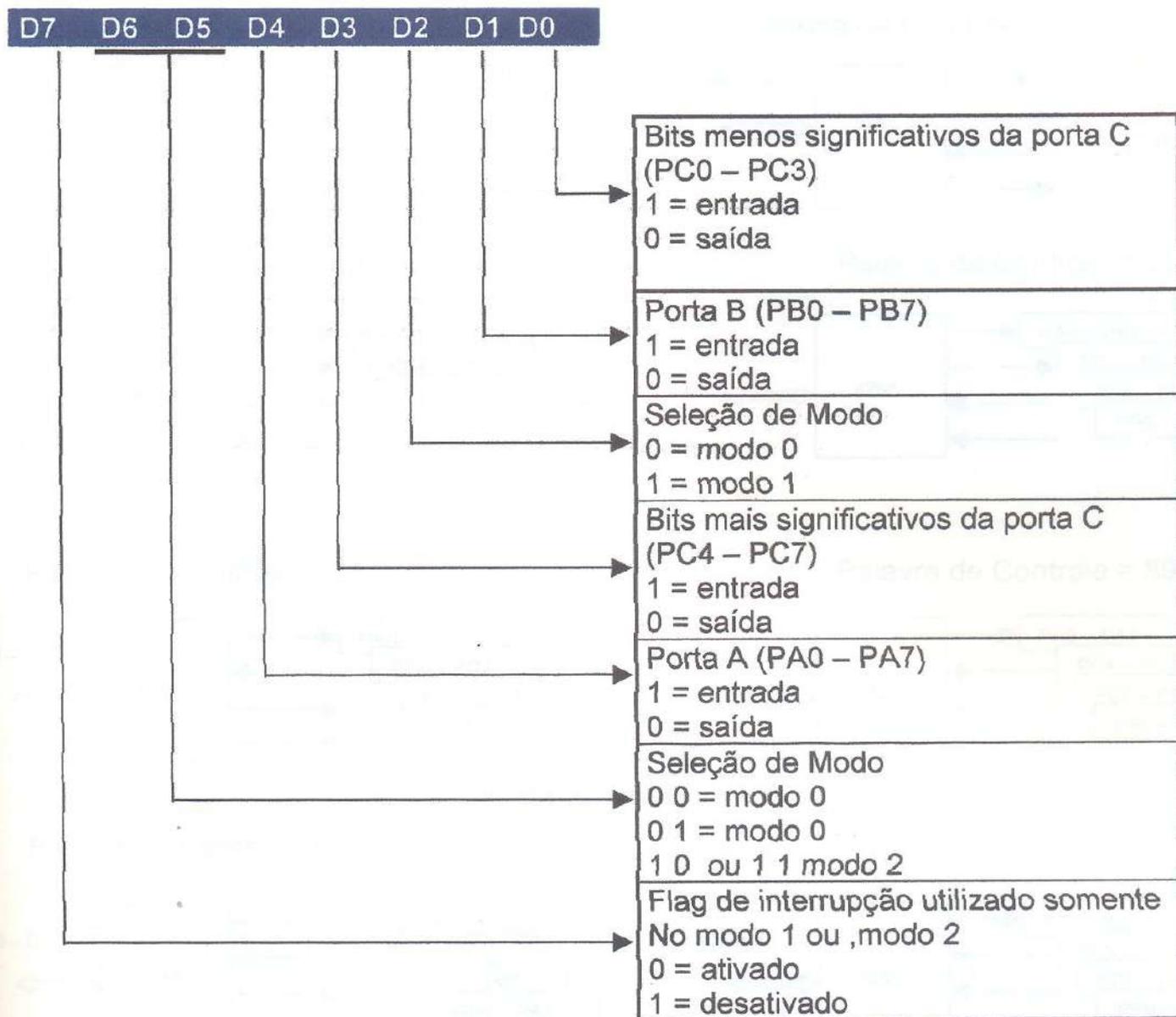
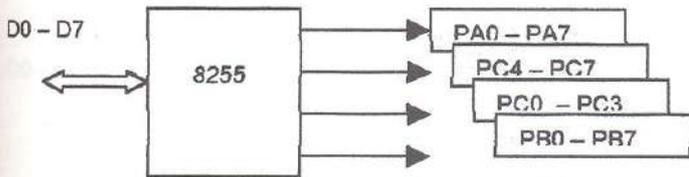


Figura 6 – Definição da palavra de controle.

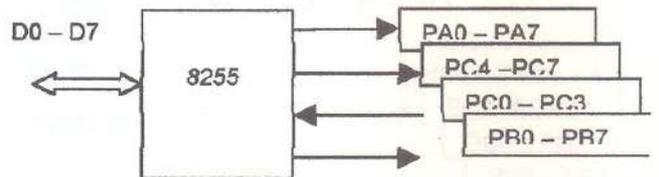
Conforme as variações possíveis da palavra de controle podemos ter as configurações mostradas na Figura 7.

APLICAÇÃO DE TECNOLOGIAS NA AUTOMAÇÃO INDUSTRIAL

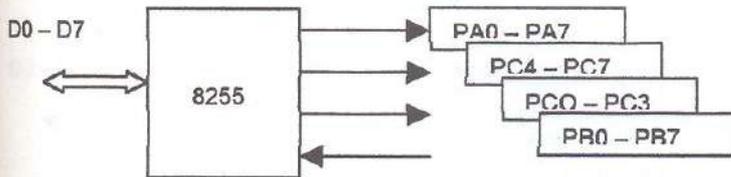
Palavra de Controle = 80



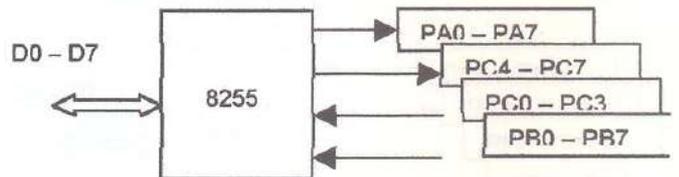
Palavra de Controle = 81



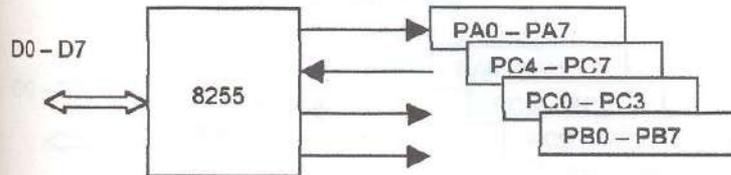
Palavra de Controle = 82



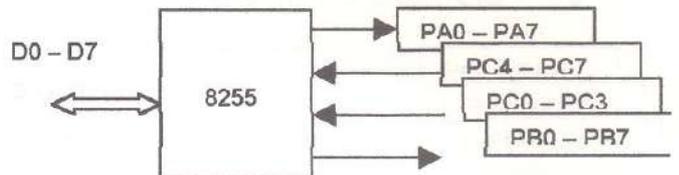
Palavra de Controle = 83



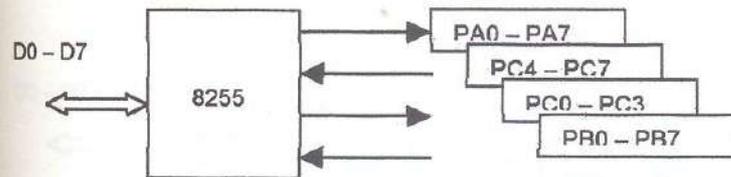
Palavra de Controle = 88



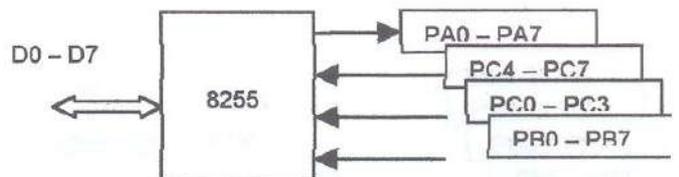
Palavra de Controle = 89



Palavra de Controle = 8A



Palavra de Controle = 8B



APLICAÇÃO DE TECNOLOGIAS NA AUTOMAÇÃO INDUSTRIAL

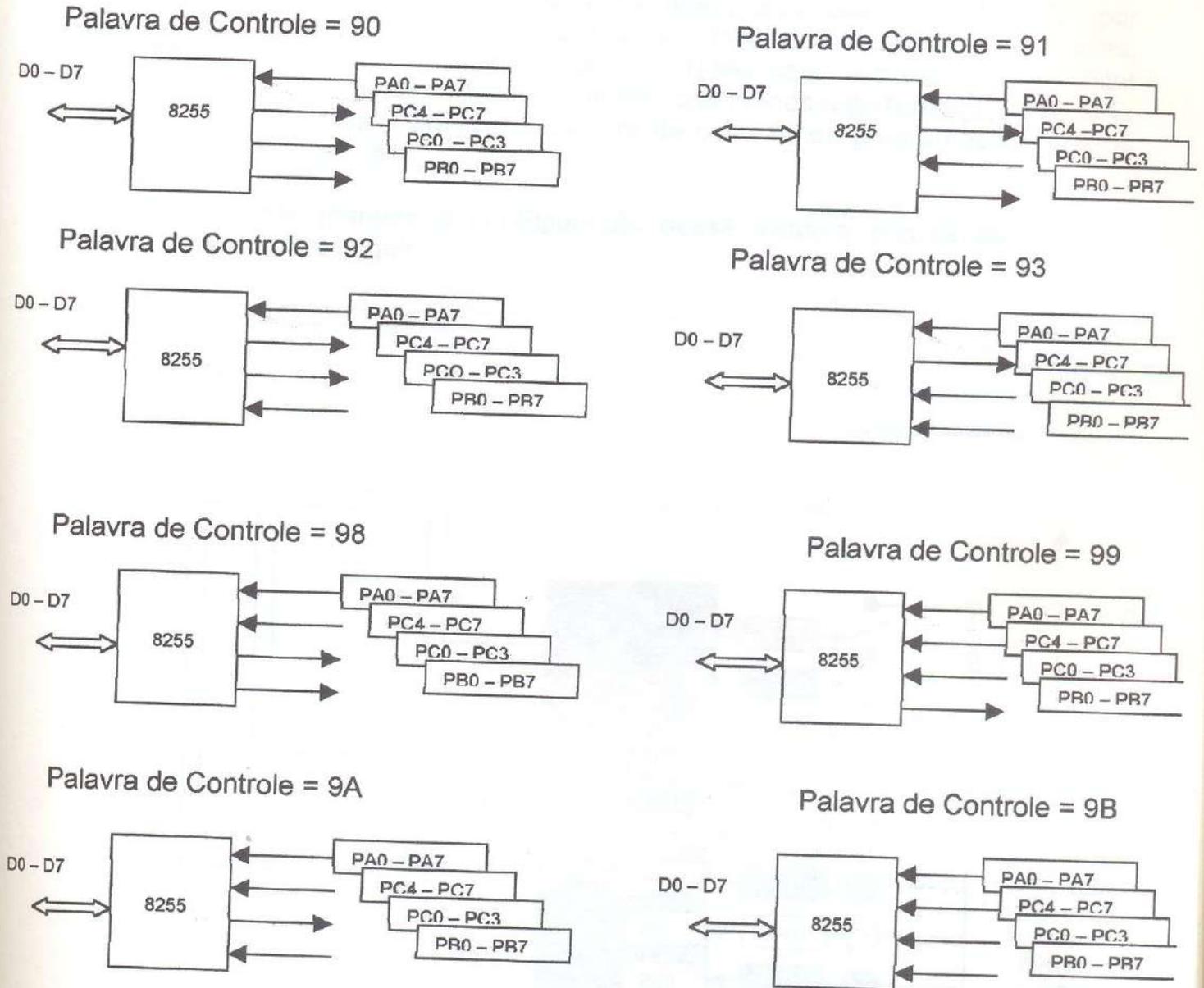


Figura 7 – Combinações possíveis de programação da 8255

Para entendermos melhor como funciona a 8255, vejamos esse exemplo de aplicação da interface de comunicação paralela: à interface devem estar acopladas quatro *chaves*, *contato mecânico que permite ou não a passagem de corrente elétrica*, que normalmente tem nível "0", quando acionadas, " nível "1") e

APLICAÇÃO DE TECNOLOGIAS NA AUTOMAÇÃO INDUSTRIAL

Quando uma chave é acionada pelo operador, uma tarefa diferente será executada pelo microprocessador e, após a execução de uma tarefa, o led correspondente a esta será ligado.

Entre os 24 pinos diferentes que posso usar da 8255 vou, por exemplo, ligar os leds nos quatro bits mais significativos da porta A e, as chaves, nos quatro bits menos significativos da porta C. Neste caso, a porta A deverá estar programada como saída de dados e, os quatro bits menos significativos da porta C, como entrada de dados. Para isto a palavra de controle de programação da 8255 poderá ser por exemplo 81.

Desta maneira a configuração desse sistema poderá ser como o mostrado na Figura a seguir.

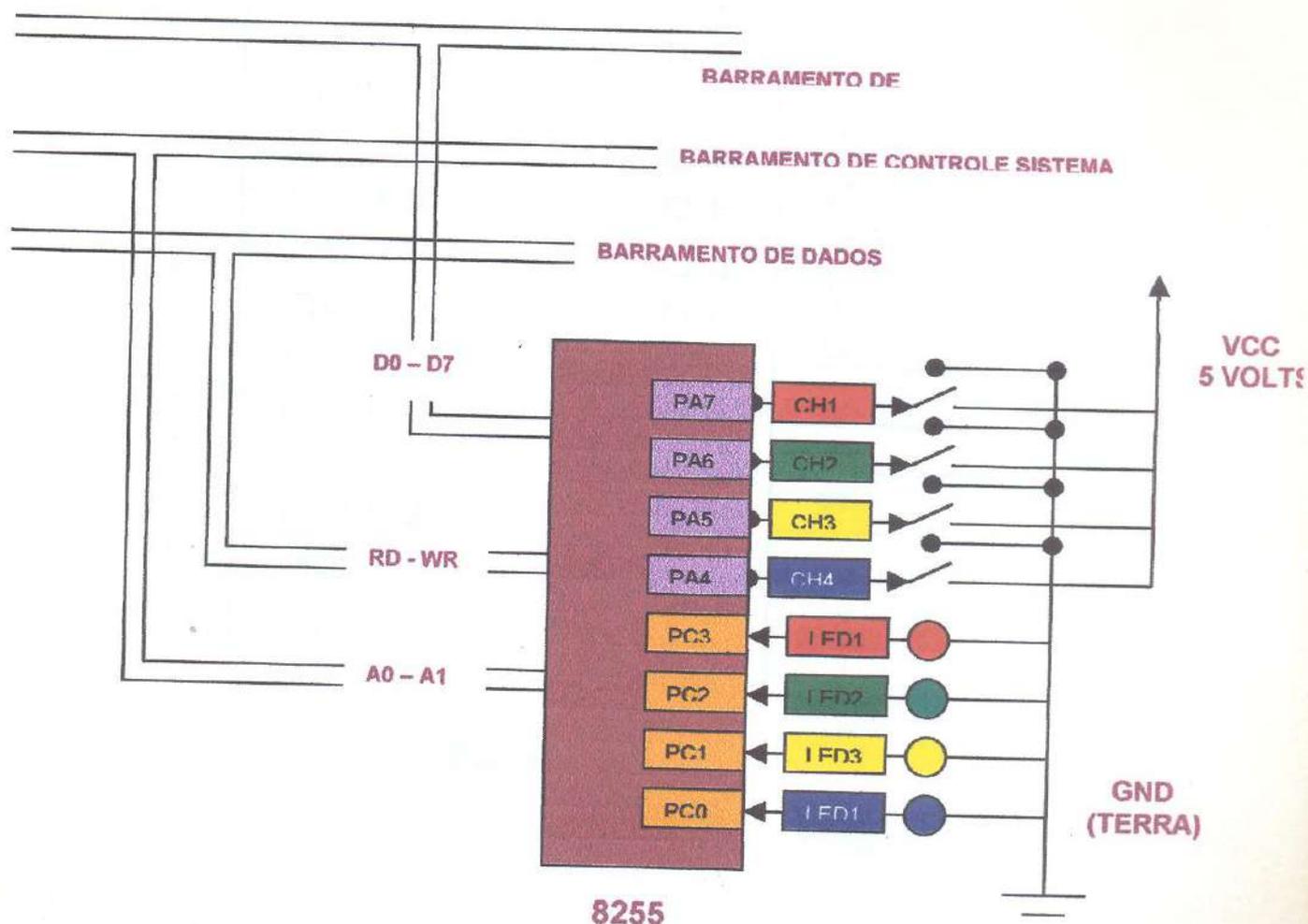
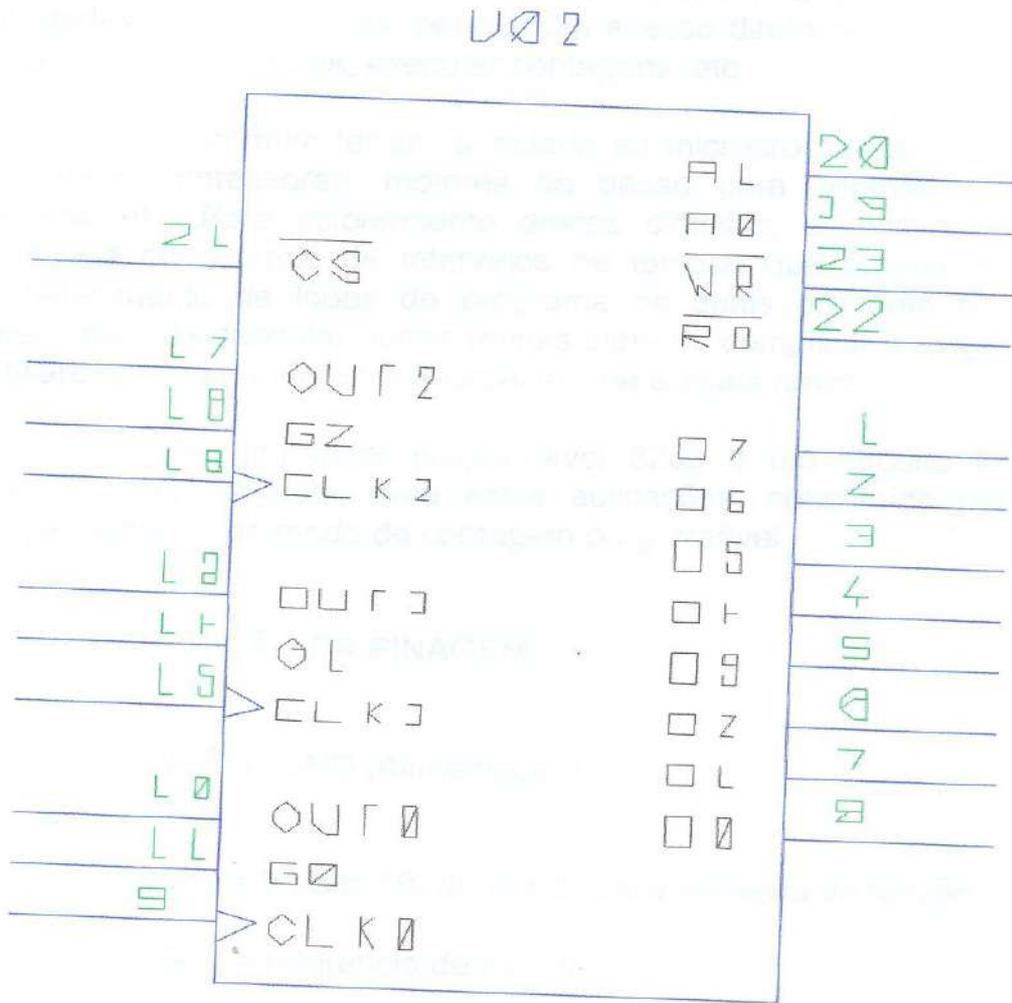


Figura 8 – Aplicação da interface 8255.

4.2 - CONTADOR PROGRAMÁVEL 8253
(Microprocessador 8085 e controladores programáveis)



8253

CONTADOR PROGRAMÁVEL

Figura 9 - Contador de eventos

APLICAÇÃO DE TECNOLOGIAS NA AUTOMAÇÃO INDUSTRIAL

Com a utilização dos microprocessadores, alguns circuitos integrados especiais foram desenvolvidos para facilitar a execução de algumas tarefas do microprocessador ou, ainda, aumentar a sua capacidade. Estes circuitos especiais recebem o nome de periféricos.

Os circuitos periféricos executam tarefas, tais como: controlar as prioridades de interrupções, permitir um acesso direto de um dispositivo de entrada ou saída com a memória, executar contagens, etc.

É comum ter-se acoplado ao microprocessador sistemas mecânicos, tais como: impressoras, motores de passo para controle de deslocamentos precisos, etc. Para acionamento destes circuitos, é necessário a utilização de contagens ou controle de intervalos de tempos que exigem rotinas especiais e estabelecimento de loops de programa os quais prendem o microprocessador, impedindo-o de executar outras rotinas além de complicar e exigir maior trabalho do software, programando rotinas especiais para estas funções.

O controlador programável 8253 é um circuito integrado periférico especialmente projetado para estas aplicações, constituído por três contadores independentes e de modo de contagem programável.

4.2.1 - DESCRIÇÃO DA PINAGEM

VCC E GND (Alimentação)

Vcc = 5 Volts 5% de tolerância a variação de tensão

Gnd = referencia de zero Volts.

D0 – D7 (Entrada/saída)

Barramento de dados bidirecional: conectados diretamente ao barramento de dados do microprocessador. Os dados que são trocados entre o periférico e o microprocessador podem ser um valor para ser carregado em um dos contadores ou o valor atual de um dos contadores ou, ainda, uma palavra de controle do periférico.

APLICAÇÃO DE TECNOLOGIAS NA AUTOMAÇÃO INDUSTRIAL

A0 – A1 (Entrada)

Barramento de endereço: conectado diretamente ao barramento de endereço do microprocessador e são usados para selecionar um dos três contadores ou o registrador da palavra de controle, conforme a seguinte configuração.

ENTRADA 0 (A1)	ENTRADA 1 (A0)	SAÍDA 1
0	0	Contador 0
0	1	Contador 1
1	0	Contador 2
1	1	Palavra de controle

Figura 10

CLK0, CLK1, CLK2 (Entrada)

Sinais de clock para os contadores: cada contador tem entrada de clock independente, podendo-se desta maneira, usar diferentes sinais para cada contador. O período deste sinal será o período de cada contagem.

GATE0, GATE1, GATE2 (Entrada)

Gates: cada contador pode ser disparado por software ou hardware através de um sinal externo de gatilhamento aplicado nestes pinos.

OUT0, OUT1, OUT2 (SAÍDA)

Saída dos contadores.

$\overline{\text{WR}}$ (ENTRADA)

Escrita: habilita o periférico a receber dados ou palavra de controle do microprocessador através do barramento de dados.

$\overline{\text{RD}}$ (SAÍDA)

Leitura: habilita o periférico a enviar o valor do contador selecionado ao microprocessador através do barramento de dados.

$\overline{\text{CS}}$ (ENTRADA)

Seleção do circuito: habilita a comunicação entre o contador programável e o microprocessador.

Basicamente o contador programável é composto por três contadores de 16 bits independentes entre si, uma unidade de controle interna que gera as

variáveis de controle para os contadores seleciona o modo de operação e mais um buffer para o barramento de dados.

4.2.2 - MODO DE OPERAÇÃO

O contador programável 8253 é constituído de três contadores independentes entre si de contagem decrescente, isto é, os contadores iniciam a contagem por um valor que é determinado por um programa e a cada pulso de clock decrementam este valor até zero. Os valores dos contadores são decrementados na transmissão de "1" para "0" do nível do sinal de clock. Cada contador possui 16 bits e a sua contagem pode ser em modo decimal ou binário, dependendo de como foi programado. Caso qualquer um dos contadores seja programado para contar na forma decimal, o maior valor que pode ser usado para o início da contagem é 9999, desta forma de 9999 a 0000, o número máximo de contagem é 10.000 e quando programado para contar na forma binária o número máximo de contagem é de 65.536, de FFFF a 0000.

Após um valor carregado no contador por meio de um sinal ao pino WR, a contagem só é iniciada na primeira transição de "1" para "0", do nível do sinal de clock, (após o sinal de write e gate estarem a nível '1'), ver figura 11.

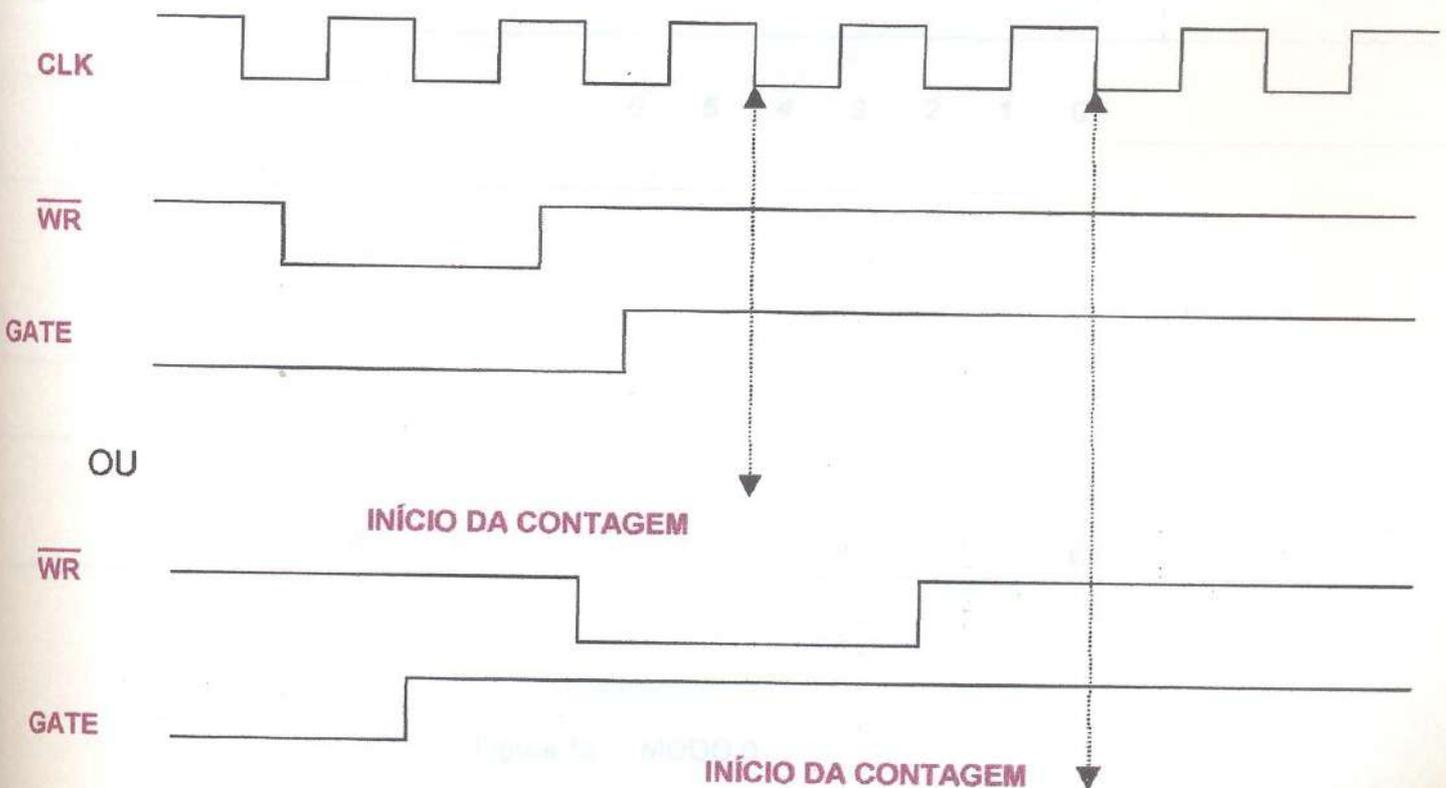


Figura 11

Os modos de contagem são de cinco tipos diferentes como definido a seguir.

Modo 0 (Figura 12) – após a seleção deste modo, a saída do contador estará no nível lógico “0”. Para os demais modos, após a seleção a saída do contador estará no nível lógico “1”.

A saída permanecerá com o nível “0” até que contagem termine, neste instante a saída mudará para nível “1” e permanecerá com este nível até que um novo valor para a contagem seja carregado ou um novo modo de operação seja selecionado.

Caso o nível do gate de contador mude para “0” durante a contagem, esta para e só continua quando o nível do gate voltar para “1”.

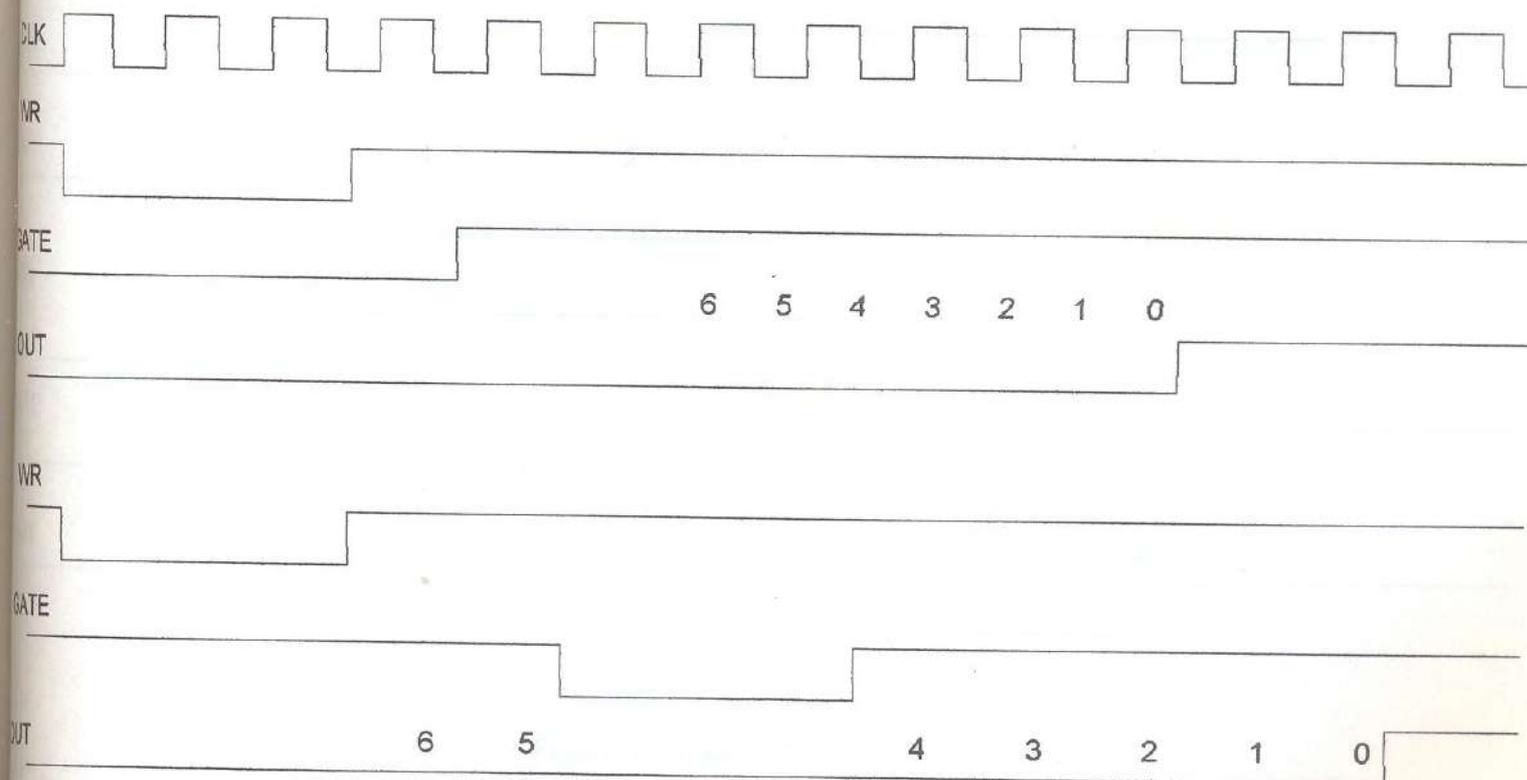


Figura 12 - MODO 0

MODO 1 (FIGURA 13) - Ao ser iniciada a contagem a saída do contador vai para o nível “0” e assim permanece até que termine a contagem, retornando neste instante para o nível “1”.

APLICAÇÃO DE TECNOLOGIAS NA AUTOMAÇÃO INDUSTRIAL

Um pulso no gate provoca o reinício da contagem a partir do valor inicial.

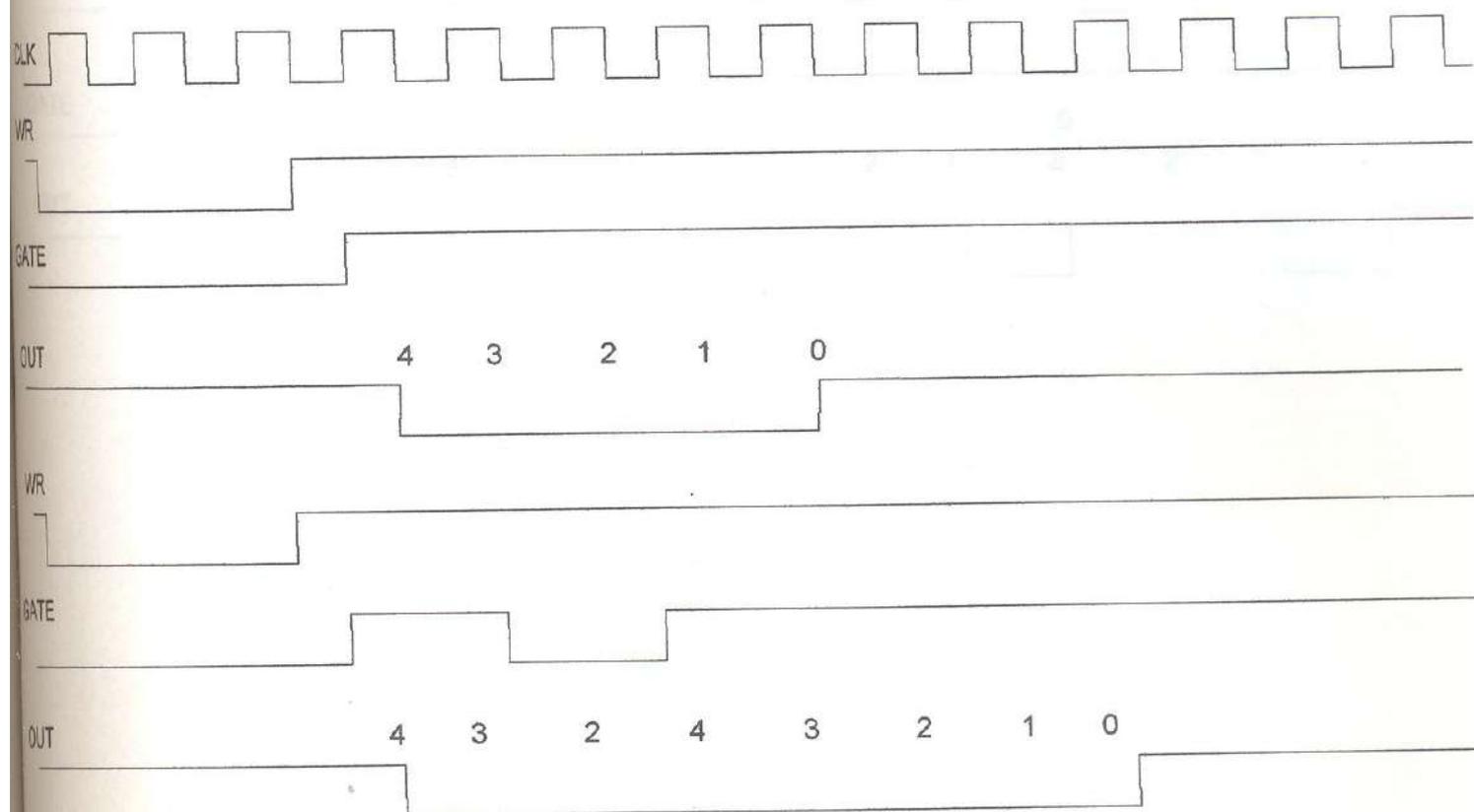


Figura 13 - MODO 1

MODO 2 (Figura 14)

APLICAÇÃO DE TECNOLOGIAS NA AUTOMAÇÃO INDUSTRIAL

No ultimo período da contagem, a saída do contador terá nível lógico "0", após o que a contagem é iniciada.

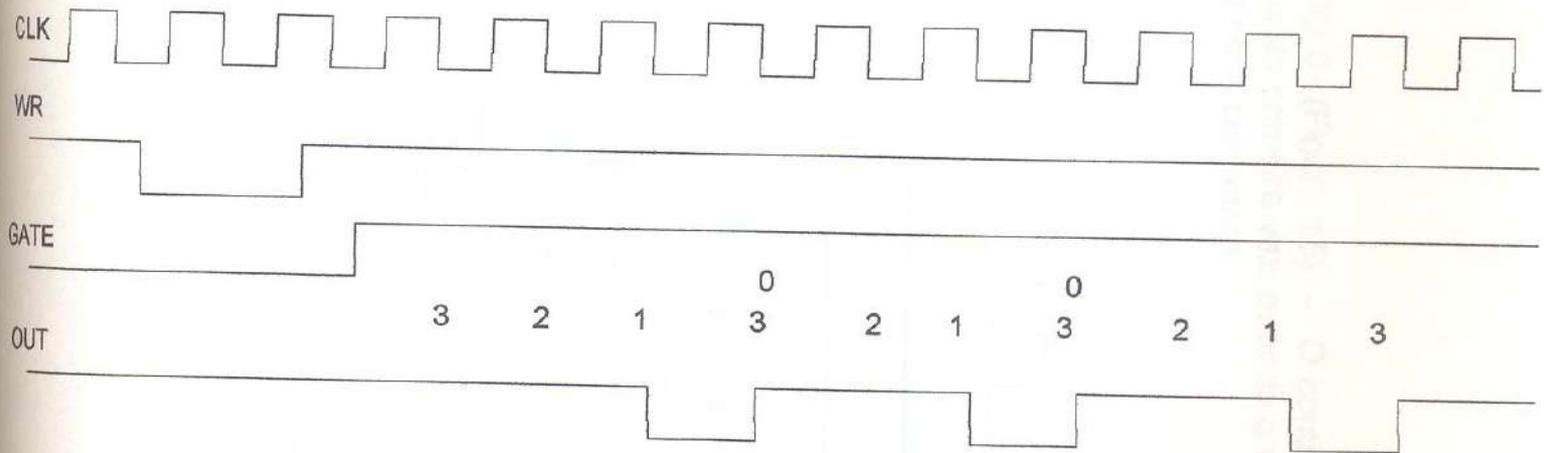


Figura 14 - MODO 2

MODDO 3 (Figura 15) - O contador é decrementado duas vezes a cada transição do sinal de clock a menos da primeira vez, quando o valor da contagem é ímpar. A saída do contador inverterá o nível lógico a cada nova contagem.

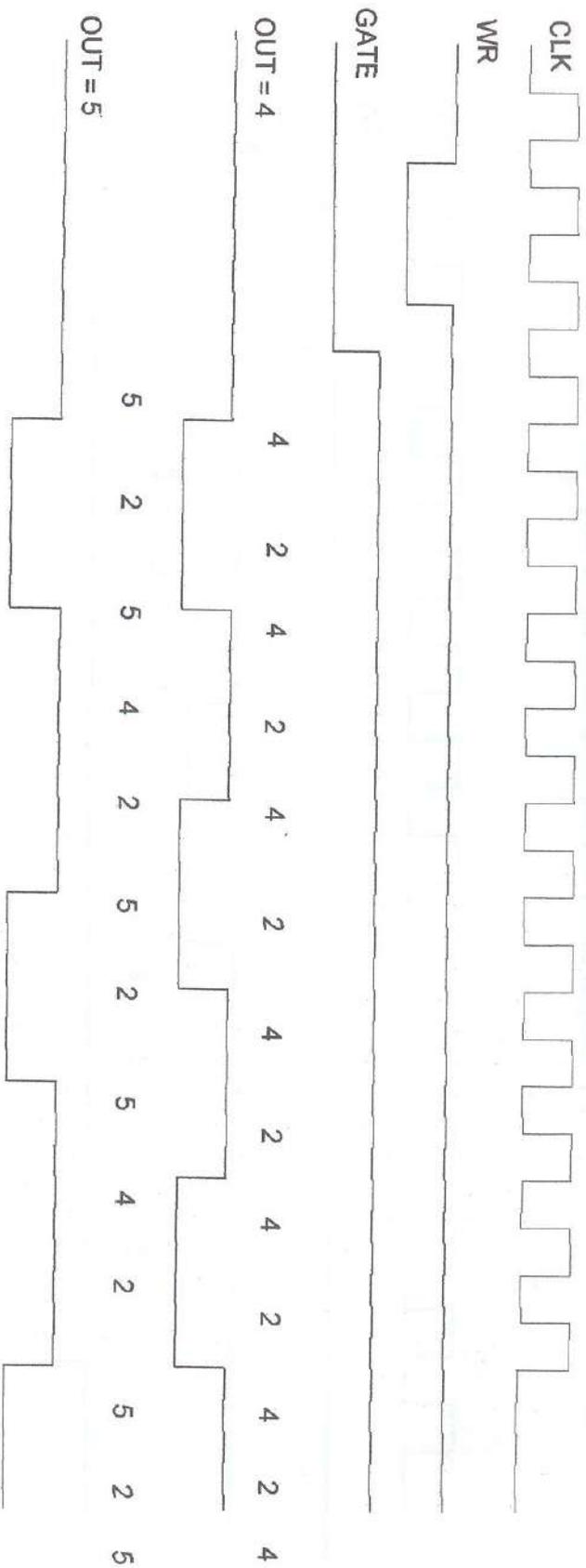


Figura 15 - MODDO 3

MODO 4 (Figura 16)

A saída do contador terá nível lógico "0" após o término da contagem, durante um período do sinal de clock e só inicia novamente quando o valor da contagem é recarregado.

Caso, no meio de uma contagem, o sinal de gate passe a nível lógico "0", a contagem é inibida e recomeça do valor inicial após a volta do sinal de gate para o início lógico "1".

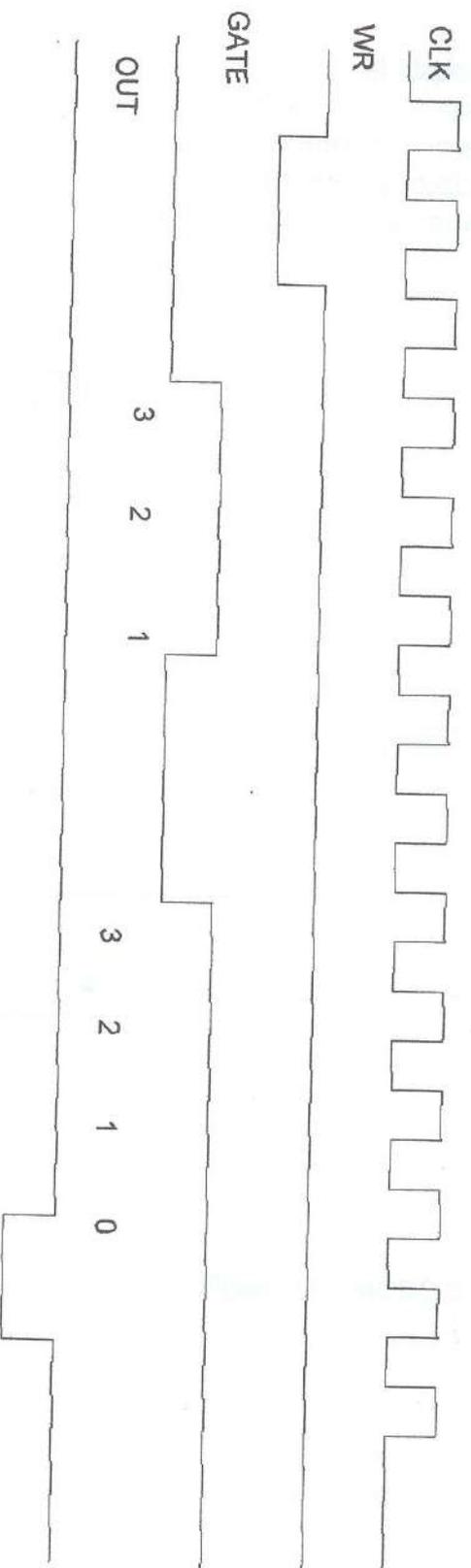


Figura 16 - MODO 4

APLICAÇÃO DE TECNOLOGIAS NA AUTOMAÇÃO INDUSTRIAL

MODO 5 (Figura 17)

A saída do contador terá nível lógico "0", após o término da contagem, durante um período do sinal de clock e só inicia novamente quando o valor da contagem é recarregado. Caso, no meio de uma contagem, o sinal de gate passe para o nível lógico "0", a contagem não é exibida, entretanto, se o sinal do gate retornar ao nível lógico "1", a contagem será reiniciada.

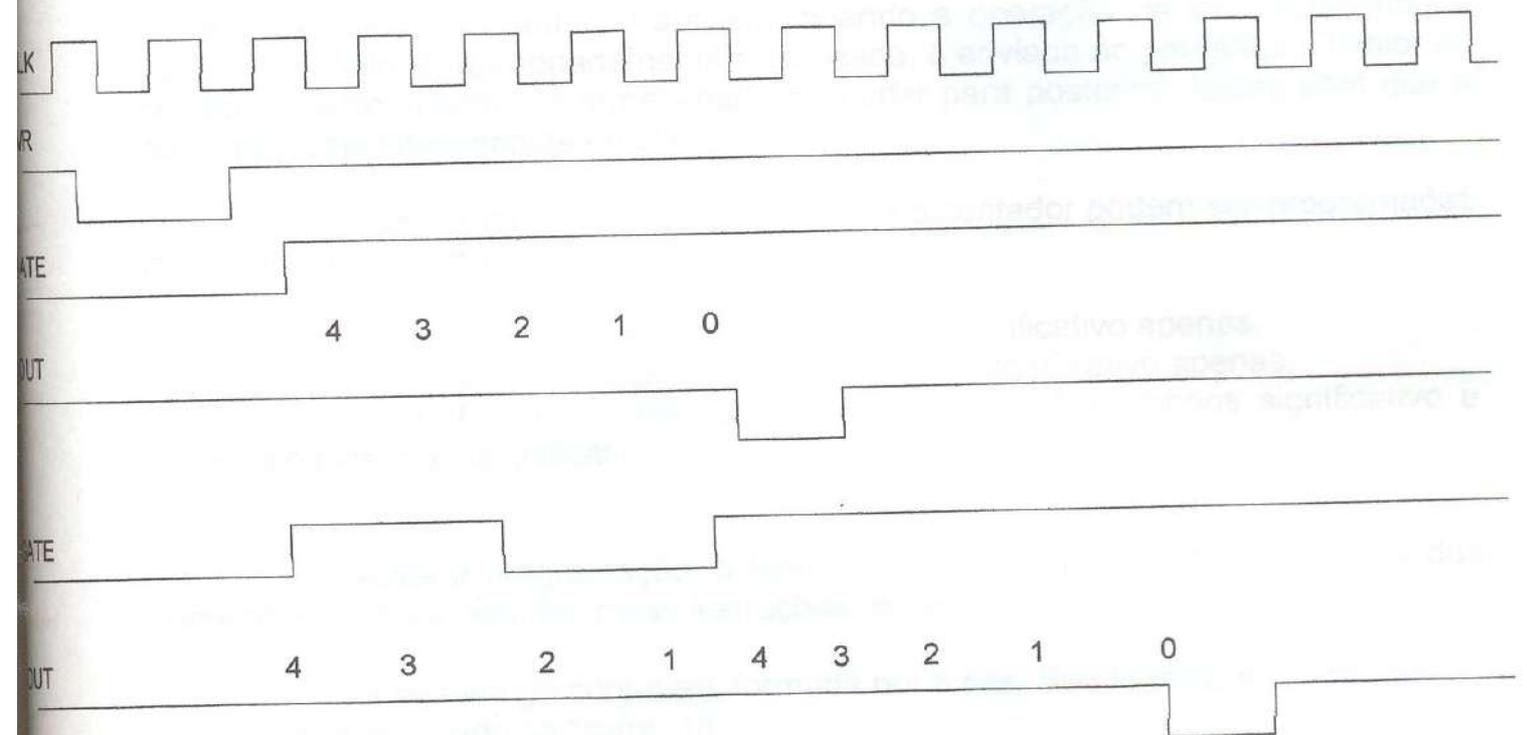


Figura 17 - MODO 5

APLICAÇÃO DE TECNOLOGIAS NA AUTOMAÇÃO INDUSTRIAL

O modo de operação e a quantidade inicial de cada contador podem ser programados independentemente. Para a programação o microprocessador tem que enviar ao periférico uma palavra de controle que descreva o contador, seu modo de operação, o byte que será enviado posteriormente, para estabelecer o valor inicial da contagem (o mais significativo, menos significativo ou o menos significativo seguido do mais significativo) e o modo de contagem (binário ou decimal). A palavra de controle e o valor inicial da contagem devem ser escritos no periférico antes da contagem ser iniciada.

A palavra de controle também pode ser utilizada para a leitura de um contador a qualquer instante. Para isto, quando a operação de ler é desejada, a palavra de controle, apropriadamente organizada, é enviada ao periférico. O valor do contador, neste instante, é armazenado no buffer para posterior leitura sem que a contagem seja interrompida ou alterada.

Tanto a leitura ou escrita do valor do contador podem ser programadas de três maneiras diferentes:

- 1- Leitura ou escrita do byte mais significativo apenas,
- 2- Leitura ou escrita do byte menos significativo apenas,
- 3- Leitura ou escrita primeiramente do byte menos significativo e após o byte mais significativo.

Após a programação, a leitura ou escrita são executadas através dos comandos normais gerados pelas instruções de leitura ou de escrita.

A palavra de controle é formada por 8 bits. Seu formato e função de cada bit está mostrado na figura 18.

APLICAÇÃO DE TECNOLOGIAS NA AUTOMAÇÃO INDUSTRIAL

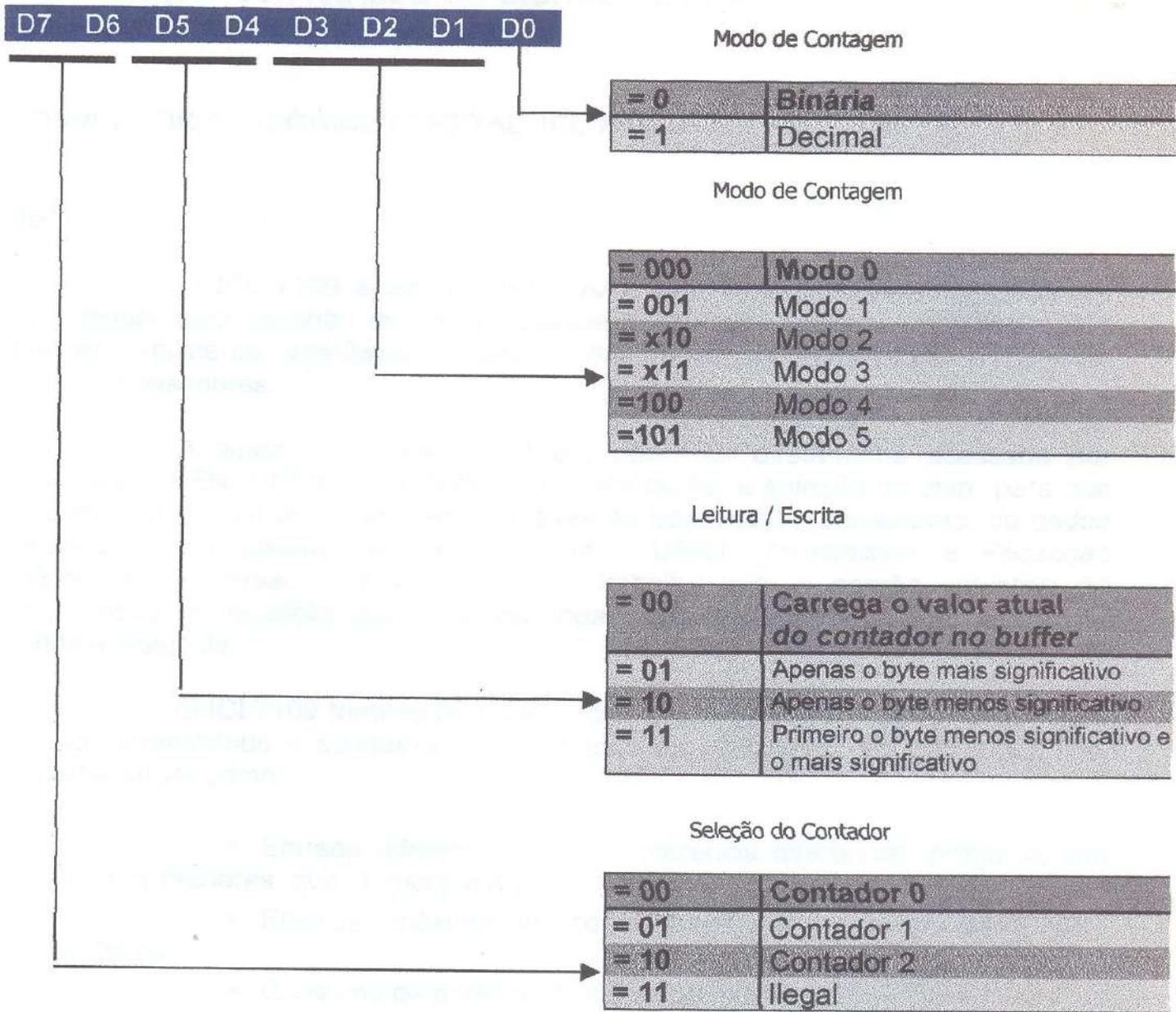


Figura 18 – Formato da palavra de Controle.

Com as possibilidades existentes no contador programável 8253 temos disponíveis contadores bem versáteis, capazes de executar quase todas as tarefas de contagem ou determinação de intervalos de tempo necessárias para sistemas de microprocessador e, pela facilidade de manipulação, reduz sensivelmente o software necessários para estas tarefas, facilitando assim a programação do microprocessador.

4.3 - CONVERSOR ANALÓGICO/ DIGITAL ICL 7109
(General Eletric Intersil)

CONVERSOR ANALÓGICO / DIGITAL ICL 7109

DESCRIÇÃO GERAL

O ICL 7109 é um conversor A/D, CMOS, *tecnologia empregada em determinado tipo de chip*, de baixa potência e alta performance, projetado para integrar facilmente interfaces, *exemplo: 8253,8255,Z80 PIO, Z80 CTC*, com microprocessadores.

A saída de dados de 12 bits pode ser diretamente acessada por controles (LBEN, HBEN, CE/LOAD) para habilitação e seleção do chip para que se comunique com outro dispositivo através do barramento, *barramento*, de dados paralelo. Possui padrão de comunicação UART, *Transmissão e Recepção Assíncrona Universal*, para permitir que trabalhe com o padrão industrial na transmissão e recepção dados seriais, ideal para aplicações de aquisição de dados a distancia.

O ICL7109 fornece ao usuário com muita exatidão, baixo ruído, baixo desvio, versatilidade e economia a vantagem da integração do conversor A/D. Características como:

- Entrada diferencial real e referencia diferencial, proporcionam desvios menores que 1 micro volt por graus Celsius,
- Entrada máxima de corrente elétrica na ordem de 10 pico ampères,
- Consumo de potência típico de 20 mili Watts.

Todas estas características fazem do ICL 7109, um componente muito atrativo como canal alternativo de multiplexação analógica para muitas aplicações de aquisição de dados.

PRINCÍPIO DE FUNCIONAMENTO DO ICL 7109

O ICL 7109 recebe seus dados de forma serial e analógica, através de seu pino 35 INPUT HI, *entrada alta*, de um circuito qualquer capaz de manipular valores de um dispositivo sensível a temperatura, como por exemplo: sensor de temperatura PT100.

A medida que informações chegam ao ICL 7109 através do pino 35 INPUT HI, são comparadas com valor de tensão não variável do pino 34 INPUT LOW, *entrada baixa*, e o resultado é posteriormente convertido em valores digitais, e transferidos para o barramento de dados para que uma interface possa lê-los, a 8255 Intel Interface Paralela Programável por exemplo.

Seu barramento é composto por 12 bits de dados, entretanto, pode ser configurado para funcionar com 8 bits, pois, a porta da interface 8255 responsável pela leitura dos dados é de 8 bits.

Para que dados digitais sejam transferidos do ICL 7109 até a interface 8255 responsável pela leitura, é necessário que um circuito externo ao ICL 7109 gere sinais de controle para a seleção e habilitação, neste caso é o próprio 8255 que gera estes sinais.

CAPÍTULO 5 - PROGRAMAÇÃO DO CARTÃO

5.1 - APRESENTAÇÃO DA INTERFACE VISUAL DO SISTEMA

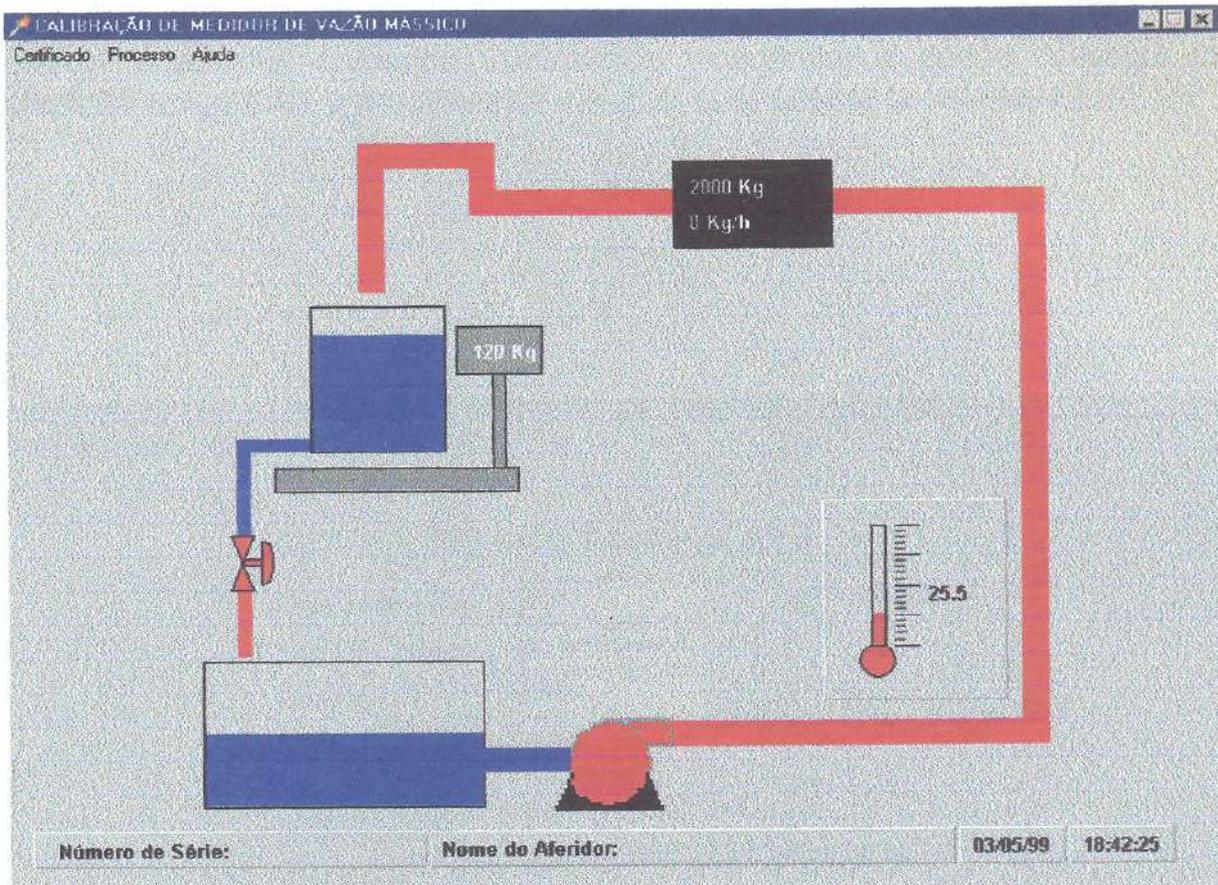


Figura 19 – Menu principal do sistema de aferição de medidores mássicos

O princípio de funcionamento do Sistema de aferição de medidores mássicos, de agora em diante denominado Sistema de aferição, é simples. Constitui-se de :

- Programa do Sistema;
- 01 Bomba para fluido;
- 01 Sensor de Temperatura;
- 01 Tanque de coleta de fluido;
- 01 Recipiente de coleta de fluido;
- 01 Válvula para escoamento de fluido;

APLICAÇÃO DE TECNOLOGIAS NA AUTOMAÇÃO INDUSTRIAL

01 Balança digital;
01 Cartão Analógico / Digital;
01 Microcomputador PC/AT.

Os medidores mássicos são conectados à jig de aferição (equipamento de testes padrão) e o aferidor então deverá chamar o programa de aferição de nome **Automação**, localizar na barra de Menu principal a opção **Certificado**, em seguida **novo**, preencher o campos solicitados, confirmar a opção **Deseja iniciar a aferição** e aguardar o processo de aferição automático, conforme figura 20.

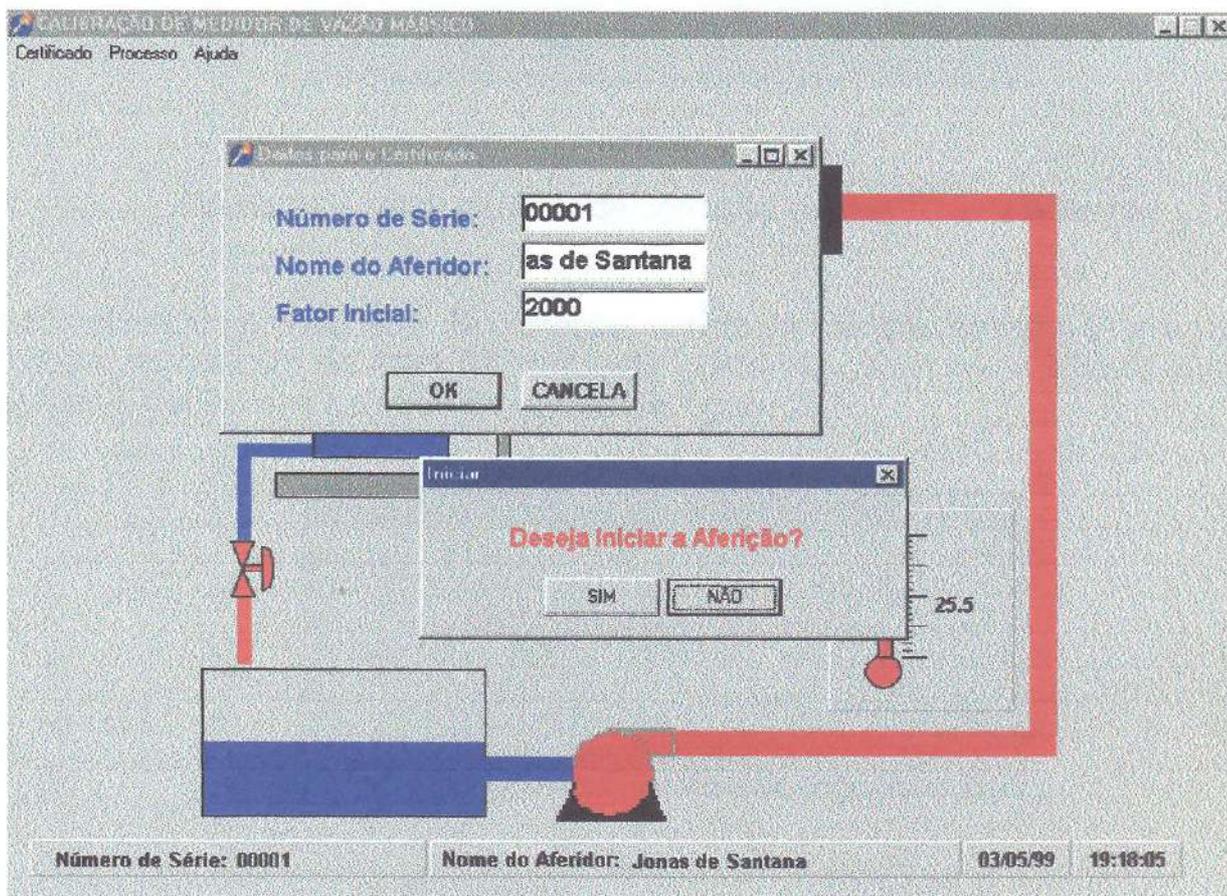


Figura 20 - Sistema de aferição automático.

Após testes com os 3 níveis de velocidade da bomba (baixo, médio e alto) para aferição dos medidores, é solicitado ao aferidor que ajuste o medidor com novo valor de fator de correção calculado pelo sistema, caso seja aprovado, para então completar o ciclo, conforme figura 21.



Figura 21 – Valor do fator de correção calculado pelo sistema.

Após ajuste com novo fator de correção o ciclo de aferição encerra-se e o programa exibe a mensagem de Aferição concluída indicando que o medidor esta aprovado e portanto, dentro dos padrões de qualidade. figura 22.



Figura 22 - Medidor aprovado

5.2 - CÓDIGO FONTE DO SISTEMA DE AFERIÇÃO (DELPHI)

unit uAuto;

interface

uses

Windows, Messages, SysUtils, Classes, Graphics, Controls, Forms, Dialogs,
ExtCtrls, StdCtrls, Buttons, Gauges, Placa, ToolWin, ComCtrls, Menus;

type

TfMain = class(TForm)

 Cano2: TShape;

 Cano1: TShape;

 Cano3: TShape;

 Cano4: TShape;

 BombaOFF: TImage;

 BombaON: TImage;

 Cano5: TShape;

 Cano6: TShape;

 ValvulaOFF: TImage;

 ValvulaON: TImage;

 Reservatorio: TGauge;

 Tanque: TGauge;

 Cano7: TShape;

 Cano8: TShape;

 Medidor: TShape;

 Cano10: TShape;

 Cano9: TShape;

 BaseBalanca: TShape;

 PeBalanca: TShape;

 MostraBalanca: TShape;

 Balanca: TLabel;

 Totalizacao: TLabel;

 Vazao: TLabel;

 MainMenu1: TMainMenu;

 Certificado: TMenuItem;

 Processo: TMenuItem;

 IniciarAfericao: TMenuItem;

 TimerTotalizacao: TTimer;

 Panel1: TPanel;

 TimerTemp: TTimer;

 Image2: TImage;

APLICAÇÃO DE TECNOLOGIAS NA AUTOMAÇÃO INDUSTRIAL

```
Label12: TLabel;  
Gauge2: TGauge;  
Placa1: TPlaca;  
TimerVazao: TTimer;  
TimerMassa: TTimer;  
Novo: TMenuItem;  
Abrir: TMenuItem;  
Salvar: TMenuItem;  
Ajuda: TMenuItem;  
Imprimir: TMenuItem;  
Timer1: TTimer;  
PData: TPanel;  
PHora: TPanel;  
Painel2: TPanel;  
Painel1: TPanel;  
Label1: TLabel;  
Label2: TLabel;  
PSerie: TLabel;  
PNome: TLabel;  
CancelarAfericao: TMenuItem;  
procedure BombaONClick(Sender: TObject);  
procedure BombaOFFClick(Sender: TObject);  
procedure ValvulaONClick(Sender: TObject);  
procedure ValvulaOFFClick(Sender: TObject);  
procedure TimerTempTimer(Sender: TObject);  
procedure TimerTotalizacaoTimer(Sender: TObject);  
procedure TimerMassaTimer(Sender: TObject);  
procedure NovoClick(Sender: TObject);  
procedure Timer1Timer(Sender: TObject);  
procedure IniciarAfericaoClick(Sender: TObject);
```

private

```
{ Private declarations }
```

public

end;

var

```
fMain: TfmMain;
```

implementation

uses uBomba, uValvula, UCertif, UFator;

{ \$R *.DFM }

var Temperatura:real;

stemp, spulsos, smassa, resultado:string;

pulsos, tolerancia, massa, bal1, bal2, media, maximo, vazao,

minimo:word;

Erro, Massa, Totalizacao :array[1..3]

// inicio das procedures relacionadas aos objetos

procedure TfMain.BombaONClick(Sender: TObject);

begin

// chama o form referente a bomba.

dlgBomba.ShowModal;

end;

procedure TfMain.BombaOFFClick(Sender: TObject);

begin

// chama o form referente a bomba.

// o mesmo, pois o evento click faz parte do objeto Image para On, Off.

dlgBomba.ShowModal;

end;

procedure TfMain.ValvulaONClick(Sender: TObject);

begin

dlgValvula.ShowModal;

end;

procedure TfMain.ValvulaOFFClick(Sender: TObject);

begin

dlgValvula.ShowModal;

end;

```
procedure TfMain.TimerTempTimer(Sender: TObject);  
begin  
  temperatura:=25.5;  
  placa1.Termometro(Temperatura);  
  Str(temperatura:3:1 , stemp);  
  label12.caption:=stemp;  
  gauge2.progress:=variant(temperatura);  
end;
```

```
procedure TfMain.TimerTotalizacaoTimer(Sender: TObject);  
begin  
  pulsos:=2000;  
  Placa1.ContadorImpulsos1(pulsos);  
  Str(pulsos , spulsos);  
  Totalizacao.Caption:=spulsos + ' Kg';  
end;
```

```
procedure TfMain.TimerMassaTimer(Sender: TObject);  
begin  
  massa:=120;  
  Placa1.ContadorImpulsos2(massa);  
  Str(massa , smassa);  
  Balanca.Caption:=smassa + ' Kg';  
  
end;
```

```
procedure TfMain.NovoClick(Sender: TObject);  
begin  
  FCertificado.ShowModal;  
end;
```

```
procedure TfMain.Timer1Timer(Sender: TObject);  
var DataHora:TDateTime;  
begin  
  DataHora:=Now;  
  PData.Caption:=DatetoStr(DataHora);  
  PHora.Caption:=TimetoStr(DataHora);  
end;
```

```
//Módulo de inicializacao de escoamento
procedure Escoamento;
begin
ValvulaON;
bal1:=1;
bal2:=2;
While bal1 <> bal2 do
  begin
    bal1:=balanca;
    delay(1000);
    bal2:=balanca;
  end;

ValvulaOFF;
  Delay(2000);
end;

procedure TfMain.IniciarAfericaoClick(Sender: TObject);
begin
{Vazao:=1;
Media:=0;
Resultado:='Processando';
while (Resultado <> 'Aprovado') or (Resultado <> 'Rejeitado') do
  begin
While Vazao <= 3 do
  begin
    Escoamento;
    BombaOn

    While Massa < 10,00 do
      begin
        Massa:=Balanca;
      end;
    BombaOFF
    Temperatura[vazao] := Temperatura;
    Massa[vazao] := Balanca;
    Totalizacao[vazao] := Totalizacao;
    Erro[vazao] := (Totalizacao/balanca * 100) - 100;
    Vazao:=Vazao + 1;
  end;

//Isolar o maior e o menor erro
```

APLICAÇÃO DE TECNOLOGIAS NA AUTOMAÇÃO INDUSTRIAL

```
Maximo:=Erro[1];
Minimo:=Erro[1];

if Maximo < Erro[2] then
    Maximo:=Erro[2];
if Maximo < Erro[3] then
    Maximo:=Erro[3];
if Minimo > Erro[2] then
    Minimo:=Erro[2];
if Minimo > Erro[3] then
    Minimo:=Erro[3];

Tolerancia := Maximo - Minimo;
Media := (Maximo * Minimo) / 2;

If Tolerancia <= 0,4 then
begin
    If (Maximo < 0,2) or (minimo > -0,2) then
        Resultado:= 'Aprovado';
    else
        begin
            Fator:= FatorInicial +(FatorInicial * (media/100));
            DlgFator.ShowModal;
        end;
    end
else
    begin
        Resultado:=Rejeitado;
    end;

end;
end;
if Resultado = 'Aprovado' then
    DlgAprovado.ShowModal;
Certificado
else
    DlgRejeitado.ShowModal;

end;

end.
```

5.3 - PROCEDURE ASSEMBLER DO HARDWARE (DELPHI)

Segue abaixo, figura 23, cópia do esquema elétrico do Cartão Analógico / Digital e uma das procedures do programa de aferição dos medidores mássicos e como a programação atua sobre a eletrônica.

Esta parte do circuito mostra o CI 7404 que é um conjunto de 6 inversores ligados a uma porta NAND CI 74LS30 de 8 entradas que geram a partir das linhas de endereços, **A0 – A9, compõe o endereço de cada dispositivo a ser selecionado e sinal AEN(Address Enable – habilitação de endereço, o microprocessador compartilha as linhas de dados juntamente com os de endereço, portanto este sinal informa ao circuito externo quando seu valor valer estiver em 1 indica que o que tiver no barramento é endereço e quando valer zero o que tiver no barramento é dado)** um sinal de nível zero que irá habilitar o decodificador de endereços 74 LS139 que tem como função de identificar qual será o dispositivo solicitado através de sua saídas Y0,Y1,Y2 e Y3 e liberar o buffer bidirecional 74 LS245 para que os dados fluam da CPU para o CARTÃO e vice-versa.

procedure Placa.Inicializa;

```
begin
  asm
    mov dx,0383h
    mov al,91h
    out dx,al
  end;
end;
```

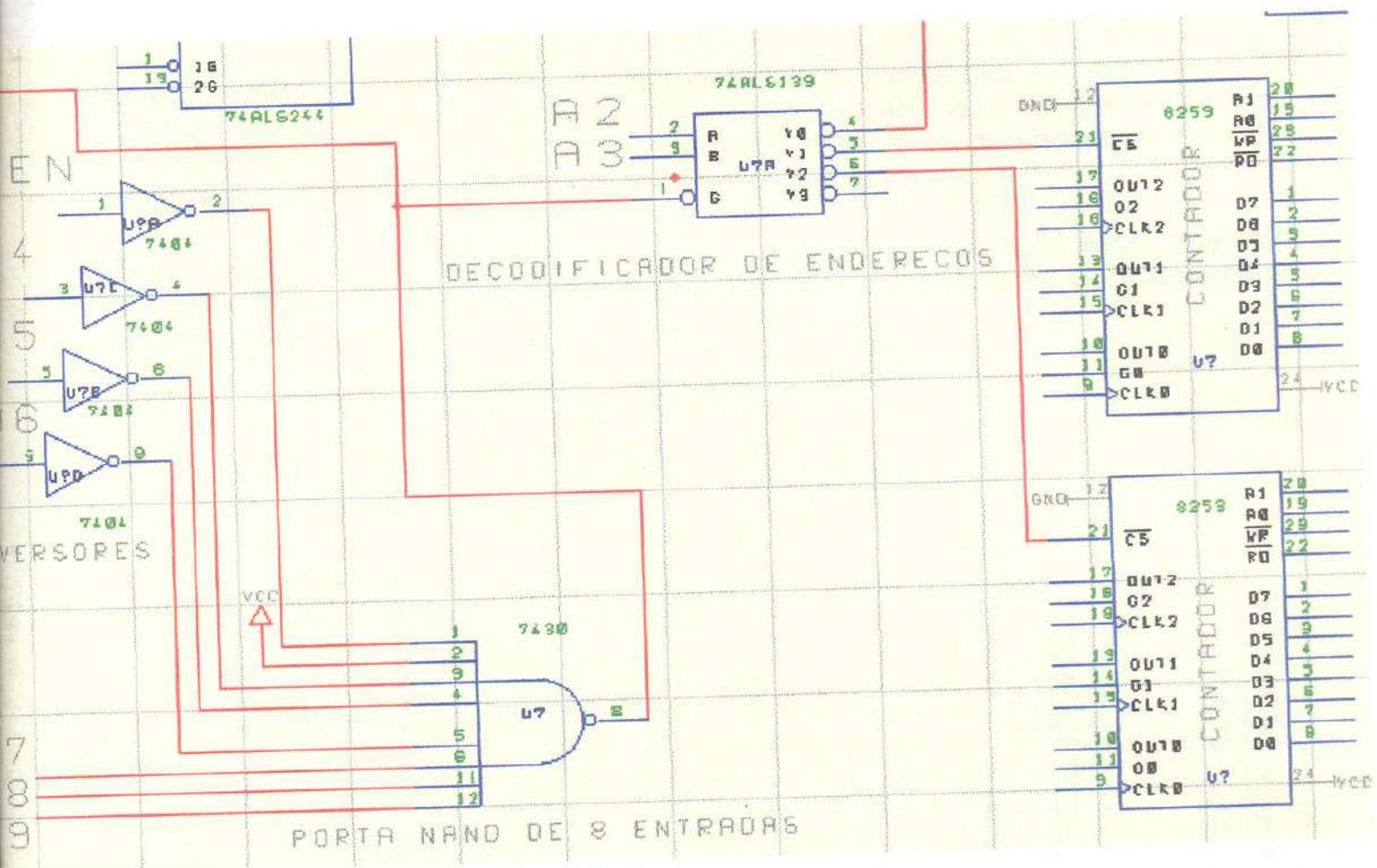


Figura 23 – Esquema elétrico do cartão analógico / digital.

APLICAÇÃO DE TECNOLOGIAS NA AUTOMAÇÃO INDUSTRIAL

Segue abaixo, figura 24, cópia do esquema elétrico do Cartão Analógico / Digital com os componentes 74LS244 que tem como função permitir que sinais de controle provenientes da CPU, como: WR, RD, Reset e os de endereços A0 e A1 cheguem à seus destinos, que é o Cartão Analógico / Digital.

Nesta página, também é mostrado como a interface paralela 8255 está conectada ao decodificador de endereço e através das tabelas de endereços verifica-se como se dá sua seleção.

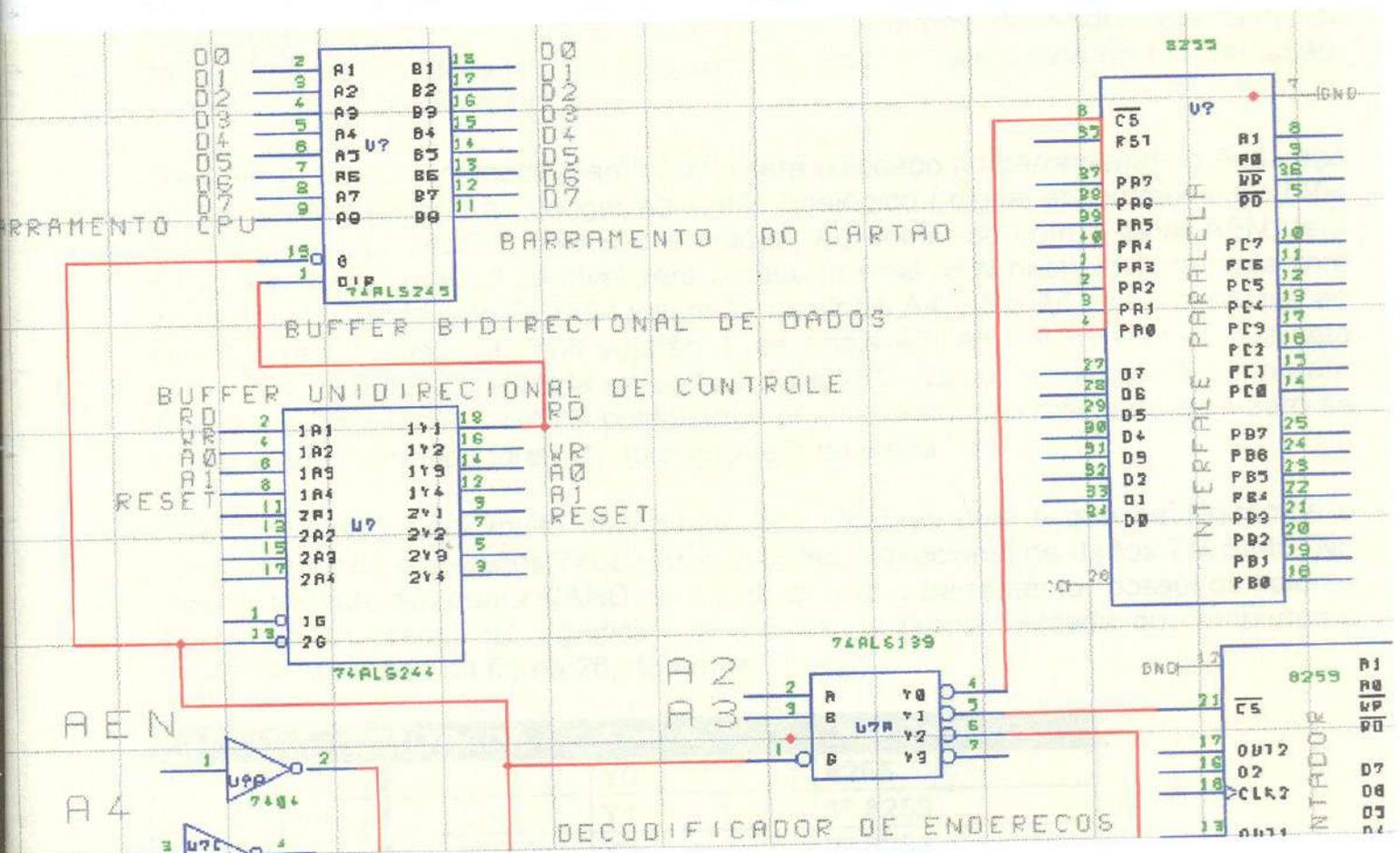


Figura 24 - Esquema elétrico do cartão analógico / digital

ENDEREÇO	A9	A8	A7	A6	A5	A4	A3	A2	A1	A0
383 HEXA	1	1	1	0	0	0	0	0	1	1
384 HEXA	1	1	1	0	0	0	0	1	0	0

Figura 25 - Tabela de conversão de valores Hexa para Binário.

O endereço 383 Hexadecimal decomposto em binário, gera um conjunto de bits que vai de A0 à A9 conforme mostra a tabela acima.

Na procedure Placa. Inicializa temos em assembler um pequeno programa que tem a função de inicializar a placa.

Quando pedimos para que o microprocessador mova o endereço 383H para o registrador dx e o 91h para o registrador al, estamos definindo uma série de parâmetros para a placa no mais baixo nível possível que existe na programação. Processa-se da seguinte forma:

O endereço 383H decomposto em binário será colocado no barramento de endereço do microprocessador e ao chegar no cartão analógico / digital encontrará o CI 7404 (inversor) e o CI 74LS30 NAND 8 entradas. Ao somar-se com o sinal AEN, terá como resultante um sinal de nível zero porque o sinal AEN neste instante vale zero que ao ser invertido pelo CI 7404 valerá 1, os sinais A4, A5 e A6 valem zero que ao serem invertidos pelo CI 7404 valerão 1, os sinais A7, A8 e A9 valem 1. Os sete sinais descritos mais a entrada da porta 2 da NAND valem 1 ao mesmo tempo em suas entradas e como a NAND possui uma propriedade: seu resultado será zero se todas as suas entradas forem 1, teremos zero na saída.

Este valor, zero, será muito importante, pois, através dele é que habilitaremos o decodificador de endereços 74LS139. E o buffer bidirecional de dados 74LS245. No mesmo instante em que a NAND gera o sinal zero o barramento possui os valores A2 zero e A3 zero. Isto significa que através da tabela verdade do componente 74LS139 mostrado na figura 26, teremos:

ENTRADA A3	ENTRADA A2	SAÍDA Y	DISPOSITIVO
0	0	Y0	8255
0	1	Y1	1º 8253
1	0	Y2	2º 8253
1	1	Y3	Não usado

Figura 26 - Tabela Verdade do Decodificador de Endereço 74LS139.

APLICAÇÃO DE TECNOLOGIAS NA AUTOMAÇÃO INDUSTRIAL

Pois bem, então sabemos que neste caso, o endereço 383H está selecionado o CI 8255 através de seu pino 6 CS (chip select – seleciona chip).

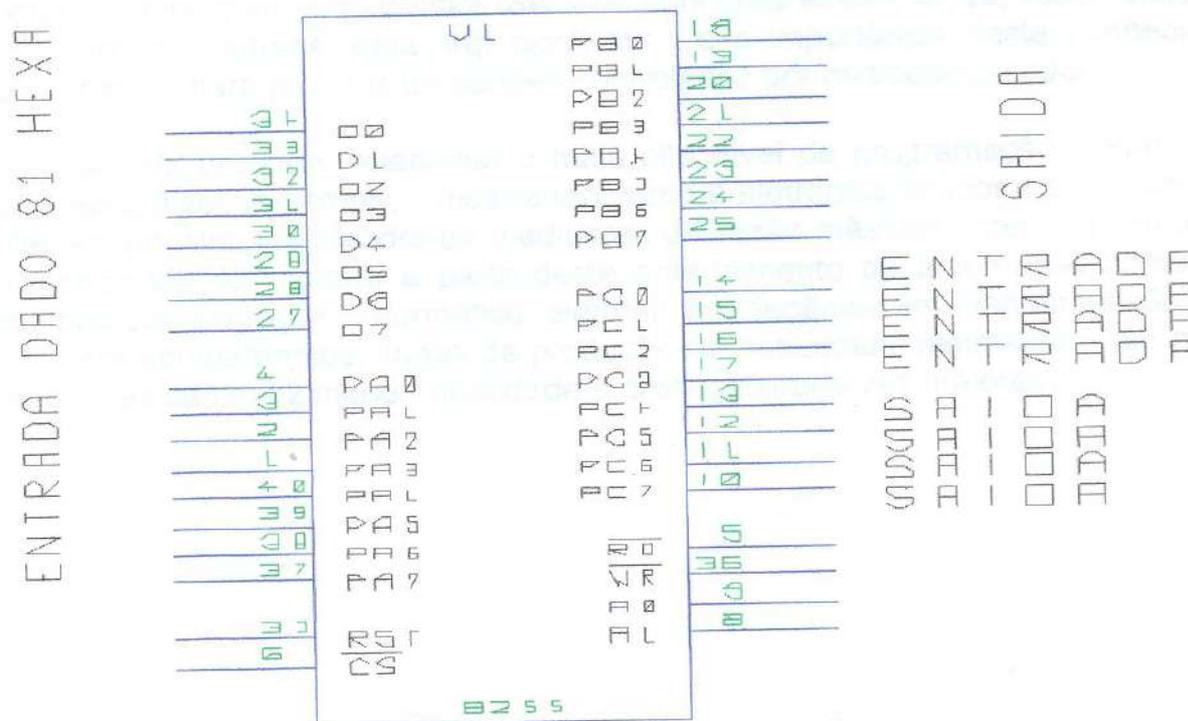
Os sinais A0 e A1 valem neste instante, 1 e 1. Será percebido pelo CI 74LS244 e enviado para todos os componentes da placa que estiverem estas linhas de endereço. Como nosso 8255 possui estas linhas A0 e A1 e o CS gerado é para ele, então esta pronto para receber o dado da CPU que definira sua programação.

Este dado é fornecido através das linhas de código da procedure Placa.Inicializa :

Mov al, 91h

Out dx, al

Em outras palavras, o programa quer dizer: mova o conteúdo 81h para o registrador al. Este valor 91h, é na verdade o dado que vai definir como a interface 8255 vai trabalhar. Lindo não é !. A linha seguinte diz para a CPU escrever no endereço que o registrador tem em dx (383H) o valor de al (91). O modo como a interface é programada quando recebe este dado, esta descrito na figura 6 da página 27, mas para exemplo, conforme figura 27 abaixo.



I N T E R F A C E P R O G R A M Á V E L

Figura 27 – Interface programável

CONCLUSÃO

A monografia apresentou tecnologias utilizadas atualmente na automação industrial e como são constituídas. A tecnologia eletrônica que conhecemos atualmente como os microprocessadores 8085 ao Pentium III Intel, K5/K6 da AMD, Cyrix, Motorola, Zilog, interfaces seriais, paralelas, controladores de interrupções, controladores de DMA, geradores de clock, conversores analógicos / digitais, digitais / analógicos, entre outros, são construídos a partir de materiais semicondutores como: diodos e transistores com tecnologia de lógica de transistor a transistor (TTL).

Apresentou alguns destes circuitos integrados Intel interface paralela programável 8255 e o contador de eventos 8253 empregados na prática por um cartão analógico / digital num projeto de aferição de medidores de vazão mássico, como funciona sua programação, princípio de funcionamento, descrição dos principais sinais de dados, endereço, controle e como podem ser selecionados eletronicamente por lógica de decodificação.

Abordou o funcionamento do slot ISA e os principais sinais(wr, rd, reset, ale(enable latch address), adress, data, irq, clock etc) e a importância deste conhecimento indispensável para projetos de cartões controlados por microcomputador.

A monografia procurou relacionar o mais alto nível de programação Delphi com o mais baixo nível, assembly, mostrando como a eletrônica funciona sob o comando deles em um simples aferidor de medidores de vazão mássico, mas o objetivo maior da monografia foi mostrar a partir deste entendimento de automação como estes sistemas que interagem informática, eletrônica e mecânica em uma dimensão macro controlam equipamentos, linhas de produção de indústrias inteiras com um número de pessoas cada vez menor, qualidade e produção cada vez maiores.

BIBLIOGRAFIA

Autor: Osier, Batson e Grobman

Título: Aprenda em 14 dias Delphi

Editora: Campus

Autor: Antonio C.J.S. Visconti

Título: Microprocessadores 8085 e Controladores programáveis

Editora: Editora Ékica

Autor: Alexandre Mendonça

Título: PC e periféricos um guia completo de programação

Editora: Editora Makrom

Manual Técnico: General Eletric Intersil