

CAPÍTULO I

MICROCONTROLADORES

1.1. REVISÃO HISTÓRICA

A rápida evolução da eletrônica, particularmente na segunda metade do século XX, provocou uma mudança profunda no homem moderno. Os países ficam cada vez mais próximos, graças inicialmente ao rádio, depois à televisão e hoje em dia, com os satélites, pode-se instantaneamente ver qualquer lugar do planeta. Podemos ver o homem pisando pela primeira vez na Lua e também imagens recém enviadas de Marte, Júpiter, Saturno e Plutão.

Além dos meios de comunicação, recordemos os avanços da medicina, meteorologia, transportes, ciência pura e aplicada, prospecção de petróleo e também o controle e melhoria do meio ambiente.

Pelo lado da eletrônica, afirma-se que um grande agente deste progresso foi o computador, que provocou uma realimentação positiva nas pesquisas. O computador permitiu pesquisas mais rápidas e precisas; com isto muitas ciências se beneficiaram, inclusive a tecnologia eletrônica, que passou a fabricar circuitos mais rápidos e eficientes. Com isso pode-se construir computadores mais eficientes, que por sua vez melhoraram ainda mais a eletrônica e assim sucessivamente.

Desde as simples calculadoras de válvulas, programadas por fios, da década do 40 até os supercomputadores dos dias de hoje, foi percorrido um caminho muito grande. No meio deste caminho, no início da década do 70, com o avanço dos LSI vimos surgir os microprocessadores e os computadores pessoais.

É oportuno recordar algumas datas importantes no desenvolvimento dos computadores:

1948 - John Barden, Walter Bratain e William Shockley inventam o Transistor no BELL LABS.

1959 - TEXAS INSTRUMENTS cria o primeiro Circuito Integrado (CI), onde em um mesmo substrato de cristal eram integrados vários transistores.

1964 - DIGITAL começa a vender o PDP-8, o primeiro computador com preço acessível aos laboratórios.

1968 - Surge a INTEL.

1971 - INTEL fabrica o 4004, o primeiro microprocessador. Ele tinha uma arquitetura de 4 bits. Aqui surge a idéia de integrar todo o circuito de controle em um único CI; isso passou a chamar-se microprocessador.

- 1974 - INTEL desenvolve o 4004 e produz o primeiro microprocessador de 8 bits, o 8080. Neste mesmo ano, Kernighan e Ritchie formalizam a linguagem C.
- 1975 - ZILOG começa a vender o Z80 e a MOS TECHNOLOGY começa a vender o MC6501 (US\$20) e o MC6502 (US\$ 25). Nesta época um 8080 custava US\$ 150.
- 1976 - INTEL produz o primeiro microcontrolador, o 8048, e o 8748. Neste mesmo ano INTEL iniciou o projeto do 8086. A TEXAS INSTRUMENTS produz o TMS 9000, primeiro microprocessador de 16 bits. APPLE COMPUTER também surge neste ano.
- 1977 – A APPLE Computer produz o APPLE II (US\$1298) com processador Motorola 6502 (8 bits).
- 1978 – A INTEL começa a produzir o 8086 e também alguns derivativos do 8048, o 8041 e o 8741.
- 1979 – A INTEL distribui o 8088.
- 1980 – A INTEL inicia o que seria a família de microcontroladores de maior sucesso, os 8051 e 8751. Neste mesmo ano também produz o 8087. A APPLE COMPUTER produz o APPLE III, que estava destinado ao fracasso.
- 1981 – A IBM passa a dedicar-se aos sistemas de pequeno porte com o IBM PC, que consistia da CPU 8088, 64 KB RAM, 40 KB ROM, floppy 5,25" (US\$3005).
- 1982 – A INTEL inicia a venda dos 80186, 80188 e 80286. Também começa a vender o primeiro microcontrolador de 16 bits, o 8096 (família MCS-96).
- 1983 - Com os 80C51 e 80C49, a INTEL começa a distribuir microcontroladores CHMOS, de menor consumo de energia. A APPLE COMPUTER produz o LISA, também destinado ao fracasso. A AT&T começa a distribuir o UNIX System V. A IBM anuncia o PC XT (US\$ 4995) e o PC Jr. (US\$1269).
- 1984 - Surge o IBM PC AT com 80286, 256 KB RAM, floppy de 1,2 MB (US\$ 5469). A APPLE COMPUTER produz o que viria a ser um grande sucesso: o MACINTOSH (US\$ 2495).
- 1985 – A INTEL produz o 80386DX (16 MHz, 6 MIPS).
- 1986 – A COMPAQ fabrica o primeiro computador 386, o COMPAQ DESKPRO 386.
- 1988 – A INTEL fabrica o 80386SX (16 MHz, 2,5 MIPS).
- 1989 – A INTEL fabrica o 80486DX (25 MHz, 20 MIPS).
- 1991 – A INTEL fabrica o 80486SX (20 MHz, 16,5 MIPS).
- 1992 – A INTEL fabrica o 80486DX2 (50 MHz, 40 MIPS).
- 1993 – A INTEL fabrica o PENTIUM (60 MHz, 112 MIPS).

O desenvolvimento dos microprocessadores e dos microcontroladores, de acordo com os fabricantes, pode ser esquematizado da seguinte forma:

INTEL

4004 → 8008 → 8080 → 8085 → 8086 (8088) → 80286 → 80386 → 486 → P5 → PII → PIII → PIV

MOTOROLA

6502 → 6509 → 68000 → 68010 → 68020 → 68030 → 68040 → 68060 → PowerPC

ZILOG

Z80 → Z800 → Z8000

1.2. POR QUÊ MICROCONTROLADORES ?

Com o barateamento dos CIs e o surgimento de microprocessadores (CPUs) mais poderosos, começou-se a usar as CPUs mais simples para implementar tarefas dedicadas, tais como controle de impressora, plotter, reguladores de velocidade, acionadores de motores de passo, controladores de elevadores, etc.

Contudo, qualquer controle implicará uma circuitaria muito grande, que muitas vezes encarece o custo do controlador.

Tipicamente:	CPU	→ controle
	ROM	→ programa de controle
	RAM	→ pilha e dados
	Porta Paralela	→ periféricos e I/O
	Porta Serial	→ comunicação
	A/D e D/A	→ sinais analógicos
	Timers	→ temporização

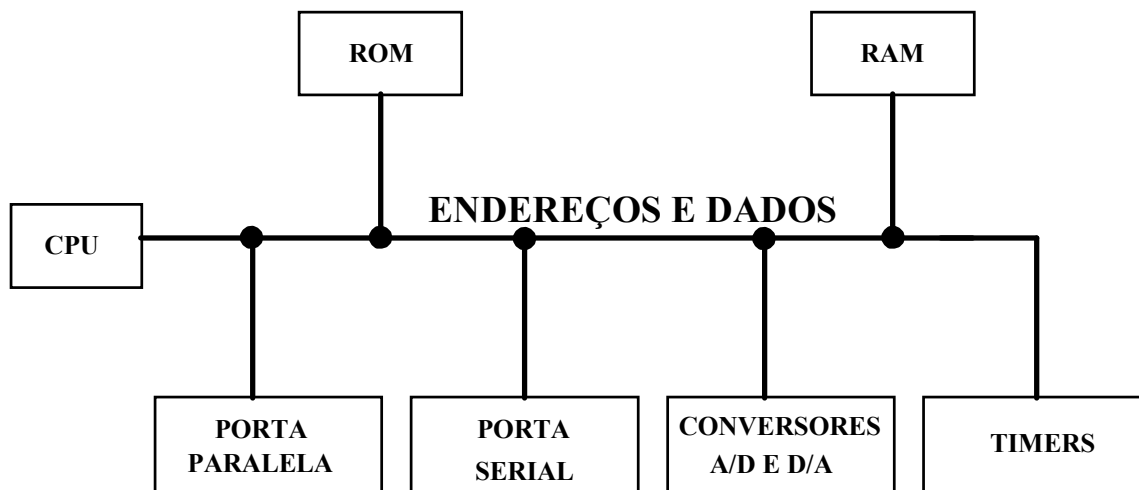


Figura 1.1. Exemplo típico de um microprocessador aplicado em controle.

Estas aplicações tinham o custo dependente do preço da CPU e dos periféricos (ROM, RAM, Portas, A/D, D/A, etc) e também da quantidade de conexões e do tamanho da placa. Para

reduzir o custo, começou a surgir a idéia de colocar todos estes periféricos dentro do chip da CPU. Isso baratearia e diminuiria o tamanho do circuito impresso além de aumentar a confiabilidade. Por outro lado, uma CPU dedicada a um determinado controle não precisa ser muito rápida nem tampouco ter um conjunto de instruções extenso e poderoso. Não são necessárias instruções para trabalhar com ponto flutuante, com strings ou vetores e também os mecanismos de endereçamento devem ser simples. Ou seja, pode-se simplificar a CPU. Assim surgem os microcontroladores, que são simples, baratos e eficientes.

1.3. MICROCONTROLADORES

Os microcontroladores apresentam uma série de recursos incorporados dentro de um único integrado. Estes recursos aumentam com a evolução da eletrônica. Isto permite o desenvolvimento de projetos cada vez mais simples.

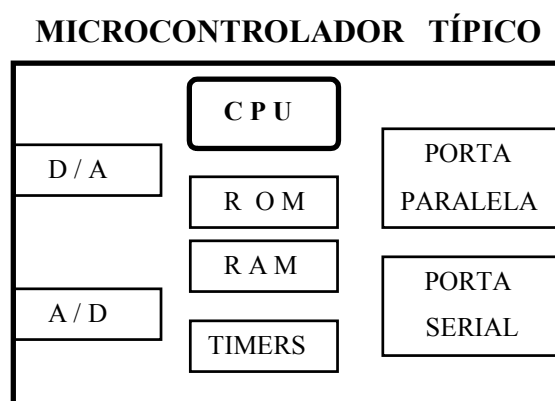


Figura 1.2. Arquitetura básica de um microcontrolador.

Os microcontroladores são específicos para controle, não tem grande capacidade de processamento e por isso nunca haverá um computador pessoal cuja CPU seja um microcontrolador. Eles podem estar presentes em um PC, mas apenas para controlar periféricos.

Usa-se o nome de **Microcontrolador** para designar dispositivos de uso genérico, mas existem vários microcontroladores que têm aplicações específicas, como por exemplo o controlador de teclado 80C51SL-BG e o controlador de comunicações universal 82C152.

Há diversos fabricantes de microcontroladores. Os mais conhecidos são:

- INTEL → 8048, 8049, 8051, 8052, 8096.
- ZILOG → Z8.
- MOTOROLA → 6801, 6804, 6805, 68HC11.
- NATIONAL → COP400, COP800, NS8050.

1.4. FAMÍLIAS DA INTEL

A INTEL possui três famílias de controladores:

8 bits: MCS-48 (obsoleta) e MCS-51

16 bits: MCS-96

Hoje em dia, os manuais mostram uma nova família, MCS-80/85. Agora os antigos 8080 e 8085 estão sendo classificados como controladores. Isto é porque são muito simples quando comparados com um 386 ou um 486. Cada família possui um núcleo básico (arquitetura e instruções) a partir do qual se derivam vários produtos:

MCS-48 → 8048, 8748, 8049, 8749, 8035, 8039, 8050, 8040, etc.

MCS-51 → 8031, 8051, 8751, 8032, 8052, 8752, 8054, 8754, 8058, 8758, 8351FA, 8051FA, 8751FA, 8051GB, 8751GB, 8051SL-BG, 83152, etc.

MCS-96 → 8096, 8098, 80196, 83196, 87196, 80198, 83198, 87198, 80193, 83193, 87193, etc.

São 3 os principais fabricantes do MCS-51:

I N T E L
P H I L I P S
A M D