

Introdução aos Sistemas Digitais

CPCX – UFMS

Prof. Renato F. dos Santos

1.2 Sistemas Analógicos e Digitais

- **Um Sistema digital é uma combinação de dispositivos projetados para manipular informações lógicas ou quantidades físicas que são representadas no formato digital.**
 - **Esses dispositivos, são na maioria das vezes, eletrônicos, mas podem ser mecânicos, magnéticos ou pneumáticos.**

1.2 Sistemas Analógicos e Digitais (Continuação)

- Um sistema analógico contém dispositivos que manipulam quantidades físicas que são representadas na forma analógica.
 - Exemplo, amplificadores de áudio, equipamentos de gravação/reprodução de fita magnética e um simples regulador de luminosidade (*dimmer*).

Vantagens das técnicas digitais

- **Cada vez mais aplicações na eletrônica utilizam técnicas digitais para implementar suas funções**

Vantagens das técnicas digitais (Continuação)

- **Os principais motivos da migração para a tecnologia digital são:**
 - 1. Os sistemas digitais são geralmente mais fáceis de serem projetados.**
 - 2. O armazenamento de informações é mais fácil.**
 - 3. É mais fácil manter a precisão e exatidão em todo o sistema.**
 - 4. As operações podem ser programadas.**
 - 5. Os circuitos digitais são menos afetados por ruído.**

Vantagens das técnicas digitais (Continuação)

- 6. CIs (chips) digitais podem ser fabricados com mais dispositivos internos.**

Limitações das técnicas digitais

- Há poucas desvantagens quando se usam técnicas digitais.
- Os dois principais problemas são:
 - O mundo real é quase totalmente analógico. Processar sinais digitalizados leva tempo.
- Como exemplo temos:
 - A temperatura, a pressão, a posição, a velocidade, o nível de um líquido e a vazão, entre outros.

Limitações das técnicas digitais (Continuação)

- **Para obter as vantagens das técnicas digitais quando lidamos com entradas e saídas analógicas quatro passos devem ser seguidos:**
 1. **Converter a variável física em um sinal elétrico (analógico)**
 2. **Converter as entradas elétricas (analógicas) do mundo real no formato digital.**
 3. **Realizar o processamento (operação) da informação digital.**
 4. **Converter as saídas digitais de volta ao formato analógico (o formato do mundo real)**

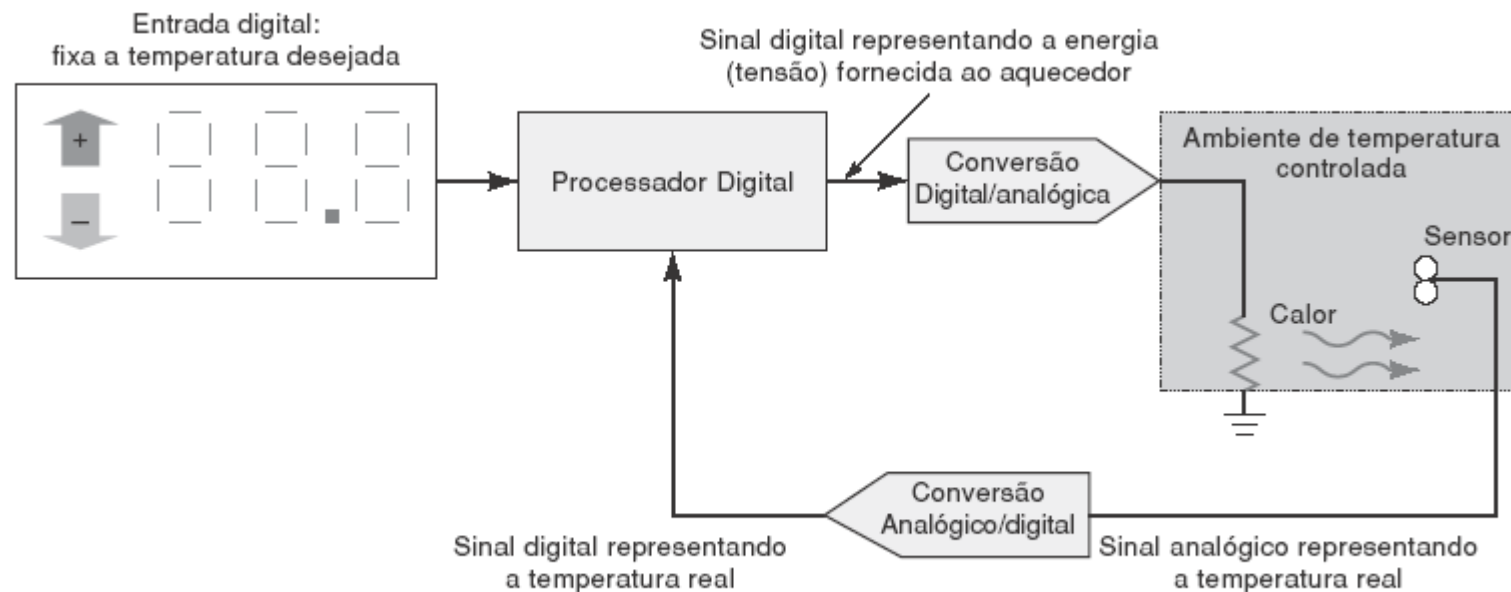


FIGURA 1.1 Diagrama de um sistema de controle de temperatura de precisão que utiliza processamento digital.

Limitações das técnicas digitais (Continuação)

- **É comum ocorrer o uso das técnicas analógica e digital no mesmo sistema**
- **Nos sistemas híbridos a dificuldade é definir onde usar cada técnica**

1.3 Sistemas de numeração digital

- **Há muitos sistemas de numeração em uso na tecnologia digital**
- **Os mais comuns são:**
 - **Decimal**
 - **Binário**
 - **Octal**
 - **Hexadecimal**

Sistema decimal

- **Composto de 10 numerais ou símbolos**
 - **0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 e 9.**
- **Sistema de valor posicional no qual o valor de cada dígito depende de sua posição no número.**
 - **Considere o número decimal 453**
 - **4 → 4 centenas**
 - **5 → 5 dezenas**
 - **3 → 3 unidades**

Sistema decimal (Continuação)

- **MSD – Dígitos mais significativos**
 - Possui maior peso

- **LSD – Dígitos menos significativos**
 - Possui o menor peso

- **No decimal 453**
 - 4 é o dígito de maior peso (MSD)
 - 3 é o dígito de menor peso (LSD)

Sistema decimal (Continuação)

- **Em geral, qualquer número é simplesmente uma soma de produtos do valor de cada dígito pelo seu valor posicional (peso)**
- **Podem ser expressos em potências de 10**
- **A vírgula decimal separa as potências com expoente positivo das potências com expoente negativo**

Valores posicionais
(pesos)

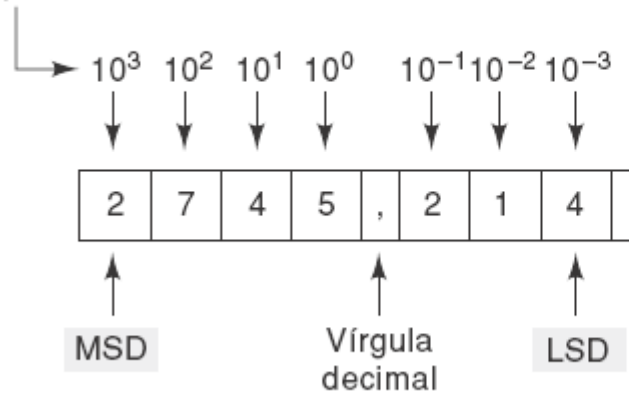


FIGURA 1.3

Valores posicionais de um número decimal expresso como potências de 10.

$$2745,214_{10} = (2 \times 10^{+3}) + (7 \times 10^{+2}) + (4 \times 10^{+1}) + (5 \times 10^0) + (2 \times 10^{-1}) + (1 \times 10^{-2}) + (4 \times 10^{-3})$$

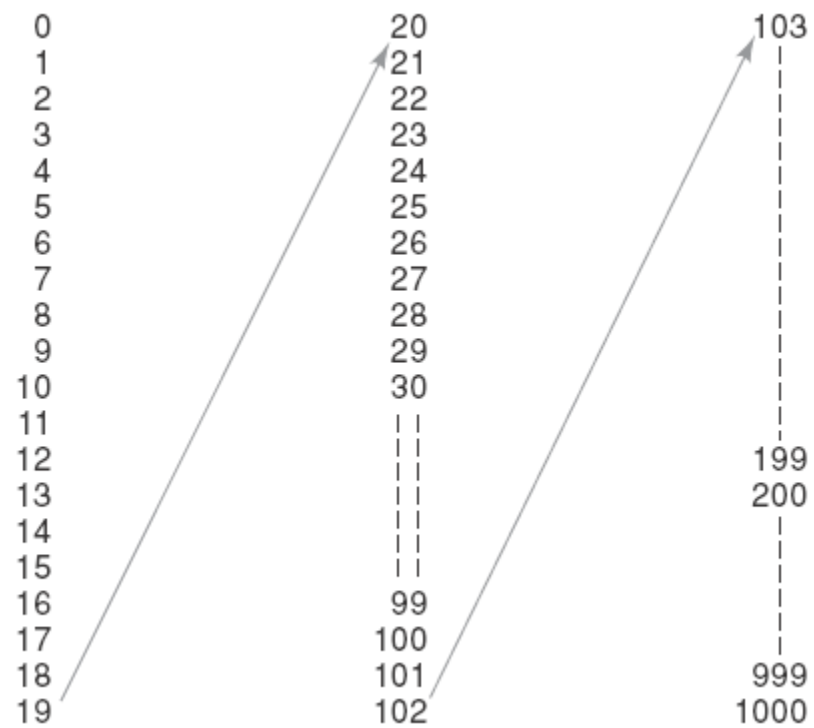
Contagem decimal

- **Começamos com o 0 na posição das unidades e passamos progressivamente até chegarmos ao 9.**
- **A contagem ocorre de forma crescente na contagem, de acordo com a posição das:**
 - **unidades (LSD) a cada passo;**
 - **dezenas a cada 10 passos;**
 - **centenas a cada 100 passos**
 - **e assim por diante**

Contagem decimal (Continuação)

- Usando apenas duas casas decimais podemos contar 100 números diferentes (0 a 99)²
 - $10^2 = 100$
- Com três posições decimais podemos contar 1000 número diferentes (000 a 999)³
 - $10^3 = 1000$
- Com N posições ou dígitos decimais, podemos contar 10^n números diferentes
- Começa-se pelo zero incluindo-o na contagem
- O maior número sempre será $10^n - 1$

FIGURA 1.4
Contagem decimal.



Sistema binário

- **Não é conveniente implementar o sistema decimal**
- **É fácil projetar circuitos eletrônicos que trabalham com apenas dois níveis de tensão**
- **Quase todos os sistemas digitais utilizam o sistema de numeração binário**
- **Funciona de forma semelhante ao sistema binário**
- **Também é um sistema de valor posicional**

Sistema binário (Continuação)

- Cada dígito binário tem um valor próprio (peso) expresso como uma potência de 2
- A vírgula decimal separa as potências com expoente positivo das potências com expoente negativo
- São usados subscritos (2 e 10) para indicar a base na qual o número em questão é expresso

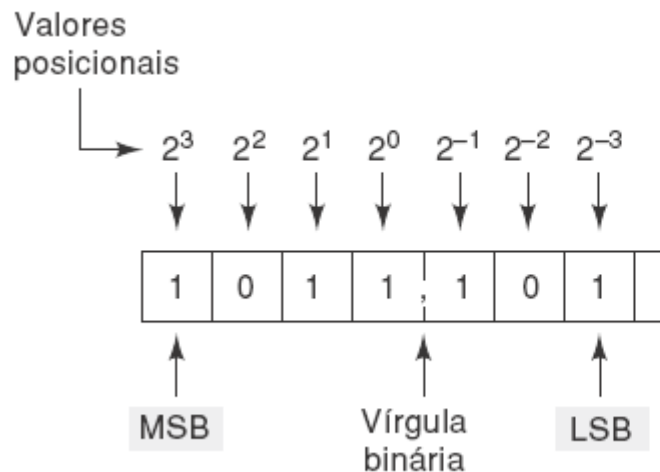


FIGURA 1.5

Valores posicionais de um número binário expresso como potências de 2.

$$\begin{aligned}
 1011,101_2 &= (1 \times 2^3) + (0 \times 2^2) + (1 \times 2^1) + (1 \times 2^0) \\
 &\quad + (1 \times 2^{-1}) + (0 \times 2^{-2}) + (1 \times 2^{-3}) \\
 &= (8 + 0 + 2 + 1 + 0,5 + 0 + 0,125) \\
 &= 11,625_{10}
 \end{aligned}$$

Contagem binária

- Quando usamos binário estamos restritos a um número específico de bits
- A sequência começa com todos os bits em 0
- Para cada contagem sucessiva, a posição de peso unitário (2^0) alterna
- Quando o bit de peso unitário muda de 1 para 0 a posição de peso 2 (2^1) alterna (muda de estado)
- Quando o bit de peso 2 muda de 1 para 0 o bit de peso 4 (2^2) alterna
- Do mesmo modo, cada vez que o bit de peso 4 passa de 1 para 0, o bit de peso 8 (2^3) alterna

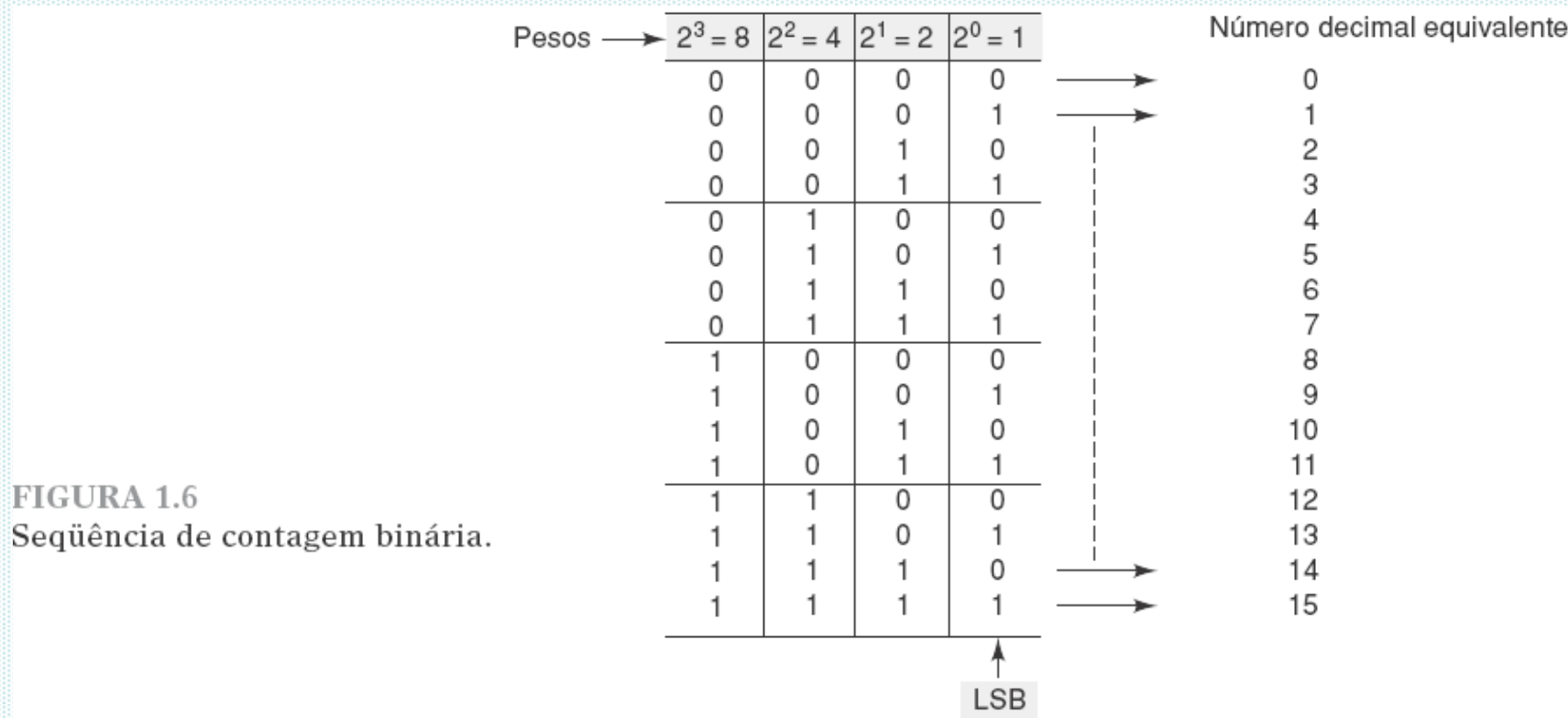


FIGURA 1.6
Seqüência de contagem binária.

Contagem binária (Continuação)

- Assim como no sistema decimal, a sistemática é a mesma no sistema binário
- Usando N bits ou posições, podemos contar 2^n números
 - com 2 bits podemos contar $2^2 = 4$ contagens (00 até 11)
 - com 4 bits podemos teremos $2^4 = 16$ contagens (0000 até 1111)
- A ultima contagem sempre conta todos os bits em 1, que é igual a $2^n - 1$ no sistema decimal
- Por exemplo

$$1111_2 = 2^4 - 1 = 15_{10}$$

Exemplo

- Qual é o maior número que pode ser representado usando 8 bits?

Solução

$$2^N - 1 = 2^8 - 1 = 255_{10} = 11111111_2$$

Exercícios

- Qual é o número decimal equivalente a 1101011_2 ?
- Qual é o número binário seguinte a 10111_2 ?
- Qual é o valor do maior número decimal que pode ser representado usando 12 bits?