

INTRODUÇÃO

Hoje em dia, o termo digital tornou-se parte do nosso vocabulário diário devido ao modo intenso pelo qual circuitos digitais e as técnicas digitais passaram a ser amplamente utilizados em quase todas as áreas: computadores, automação, robôs, tecnologia e ciência médica, transportes, entretenimento, exploração espacial e assim por diante. Iremos estudar nesta disciplina conceitos que nos proporciona um profundo conhecimento do funcionamento dos sistemas digitais e será capaz de aplicar estes conhecimentos na análise e manutenção de qualquer sistema digital. Começaremos com a introdução de alguns conceitos fundamentais que são parte vital da tecnologia digital.

REPRESENTAÇÕES NUMÉRICAS:

Na ciência, na tecnologia e em muitos campos de trabalho estamos constantemente tratando com quantidades. Quantidades são medidas, monitoradas manipuladas, portanto é importante representar estas quantidades de maneira eficiente, existem basicamente duas formas de representação dos valores das quantidades: a ANALÓGICA e a DIGITAL.

Na representação analógica, uma quantidade é representada por uma tensão, uma corrente ou uma medida de movimento que seja proporcional ao valor da quantidade em questão. Um exemplo disso é o velocímetro de um automóvel, em que a deflexão do ponteiro é proporcional à sua velocidade. A posição angular do ponteiro representa o valor da velocidade e o movimento do ponteiro segue as alterações, aumento ou diminuição da velocidade do automóvel.

Outros exemplos como um termômetro, no qual a altura da coluna de mercúrio é proporcional ao valor da temperatura ou um microfone onde a tensão de saída é proporcional à amplitude das ondas sonoras de entrada.

Em resumo as quantidades analógicas têm uma característica comum e importante: **PODEM VARIAR AO LONGO DE UMA FAIXA CONTÍNUA DE VALORES.**

A velocidade de um veículo pode ser representada por um valor qualquer entre 0 e, digamos 160 Km/h.

REPRESENTAÇÕES DIGITAIS:

Na representação digital, as quantidades não são representadas por quantidades proporcionais, mas por símbolos denominados dígitos. Como exemplo, considere o termômetro digital, como sabemos a temperatura varia de modo contínuo, mas o que lemos no termômetro digital não varia continuamente; ou seja, ele varia em salto ou degraus (steps), sendo um por grau (ou por décimo de grau).

Em outras palavras, essa representação digital da temperatura varia de maneira discreta (em degraus), quando comparada com a representação da temperatura fornecida por um termômetro analógico, no qual o mostrador varia de modo contínuo.

Assim a maior diferença entre as quantidades analógicas e digitais pode ser determinada simplesmente da seguinte maneira:

Analógica => contínua

Digital => discreta (passo a passo)

SISTEMAS ANALÓGICOS E DIGITAIS:

Um sistema digital é uma combinação de dispositivos projetados para manipular informação lógica ou quantidades físicas que são representadas no formato digital, ou seja, as quantidades podem assumir apenas valores discretos. Esses dispositivos são na maioria das vezes eletrônicos, mas podem, também ser mecânicos, magnéticos ou pneumáticos. Alguns dos sistemas digitais mais conhecidos são os computadores digitais e as calculadoras, os equipamentos digitais de áudio e vídeo e o sistema de telefonia (o maior sistema digital do mundo).

Um sistema analógico contém dispositivos que manipulam quantidades físicas que são representadas na forma analógica. Em sistemas analógicos, as quantidades físicas podem variar ao longo de uma faixa contínua de valores. Por exemplo, a amplitude do sinal de saída de um alto-falante em um receptor de rádio pode apresentar qualquer valor entre zero e o seu valor máximo. Outros sistemas analógicos comuns são amplificadores de áudio, equipamentos de gravação/reprodução de fita magnética.

Entre as vantagens das técnicas digitais podemos citar algumas:

Os sistemas digitais são mais fáceis de serem projetados, uma vez que não importam os valores exatos e sim se o nível é baixo ou alto;

Em sistemas digitais o armazenamento de informação tem a capacidade de armazenar uma grande quantidade de dados em um espaço físico pequeno em grande quantidade de tempo, o que é o contrário em um sistema analógico.

A precisão em um circuito digital é maior porque depende exclusivamente do aumento de circuitos de chaveamento (para cada dígito de precisão) enquanto em um sistema analógico isso fica dependente dos componentes e suas variações (tolerâncias).

A programação de um sistema digital é muito mais fácil de implementar e operar que em um sistema analógico.

Os circuitos digitais por não terem valores intermediários (somente níveis alto e baixo) são menos suscetíveis a ruídos, o que nos circuitos analógicos afeta muito mais.

O grau de integração em um sistema digital é muito maior, uma vez que fica muito difícil integrar em um chip, transformadores, capacitores de alto valor, resistores de precisão.

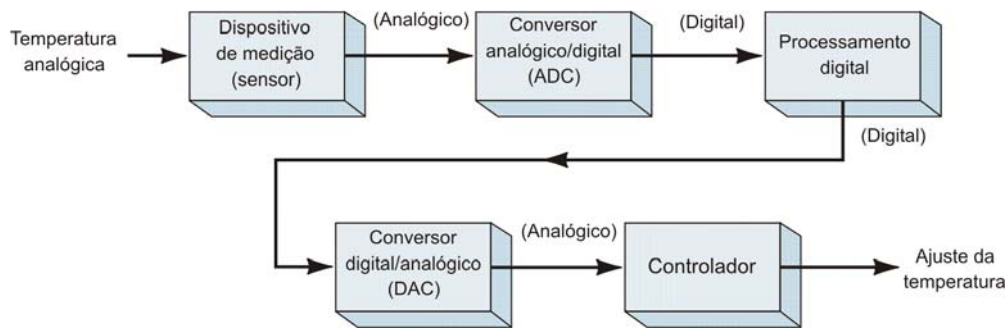
LIMITAÇÕES DAS TÉCNICAS DIGITAIS:

Pelo do mundo real ter as grandezas praticamente todas no sistema analógico toda vez que utilizarmos um sistema digital para o controle, por exemplo, de pressão, temperatura, vazão, etc. teremos que:

Converter as entradas analógicas do mundo real para o formato digital;

Realizar o processamento da informação digital;

Converter as saídas digitais de volta ao formato analógico (o formato do mundo real).

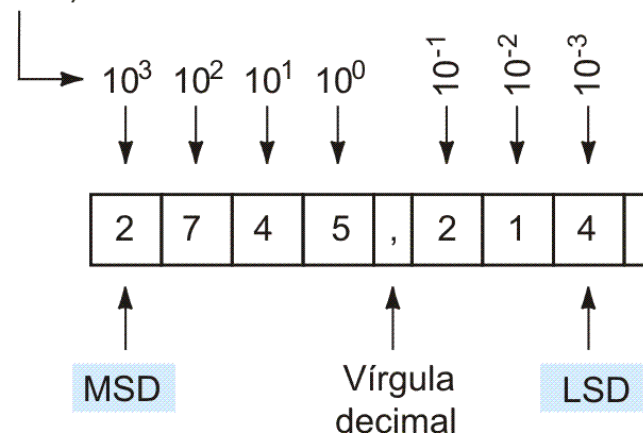


Naturalmente isso impõe ao sistema complexidade e custo, portanto podemos encontrar situações em que a implementação de um sistema digital não é viável, devido a característica do projeto, por exemplo, a distribuição de energia elétrica.

SISTEMAS DE NUMERAÇÃO DIGITAL:

Entre os sistemas de numeração na tecnologia os que mais se destacam são: decimal, binário, octal e hexadecimal, o sistema mais familiar é o decimal dado a sua utilização. O sistema decimal é composto de dez símbolos: 0,1,2,3,4,5,6,7,8,9, usando estes esses símbolos com sendo dígitos de um número podemos expressar qualquer quantidade. O sistema decimal também é chamado de base 10 porque tem 10 dígitos, tem relação direta com a quantidade de dedos, dígito é derivado de dedo em latim. Exemplo de um número na base 10 com seus valores posicionais:

Valores posicionais (pesos)



$$(2 \times 10^{+3}) + (7 \times 10^{+2}) + (4 \times 10^{+1}) + (5 \times 10^0) + (2 \times 10^{-1}) + (1 \times 10^{-2}) + (4 \times 10^{-3})$$

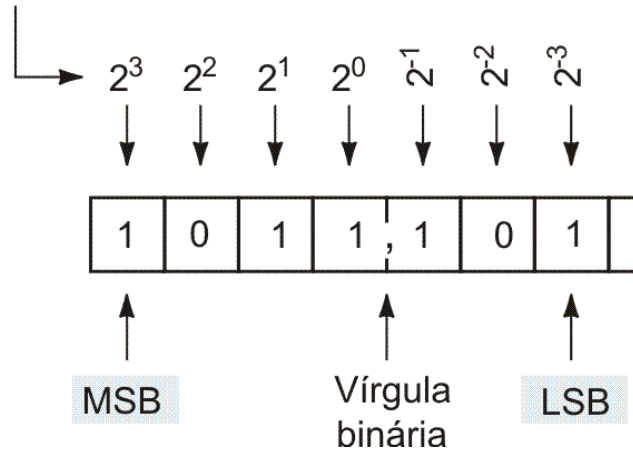
MSD => Dígito mais significativo

LSD => Dígito menos significativo

Em sistemas digitais não é conveniente projetar um sistema com 10 estados distintos, é muito mais simples projetar um sistema que opere com níveis de tensão, por este motivo que os sistemas digitais utilizam o sistema de numeração binário para suas operações, embora outros sistema seja utilizados juntamente com o sistema binário.

No sistema binário temos somente dois símbolos 0 e 1, esse sistema de base dois pode representar qualquer valor que qualquer outro sistema de numeração representa. Tudo que foi descrito a respeito de valores posicionais no sistema decimal é válido para o sistema binário:

Valores posicionais



$$(1 \times 2^3) + (0 \times 2^2) + (1 \times 2^1) + (1 \times 2^0) + (1 \times 2^{-1}) + (0 \times 2^{-2}) + (1 \times 2^{-3})$$

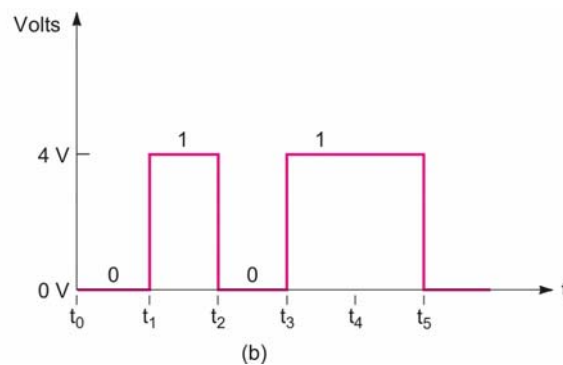
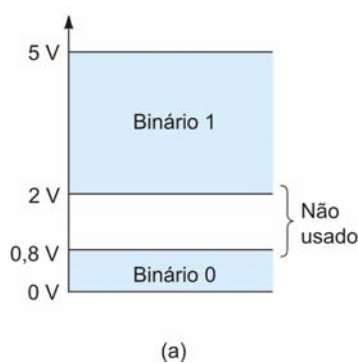
MSB => Bit mais significativo

LSB => Bit menos significativo

REPRESENTAÇÃO DE QUANTIDADES BINÁRIAS:

Em sistemas digitais, a informação é processada normalmente na forma binária, que pode ser representada por qualquer dispositivo que tenha apenas dois estados, podemos citar uma chave (aberta ou fechada), uma lâmpada (acesa ou apagada), um diodo (polarizado diretamente ou reversamente), um transistor (em corte ou saturação), um termostato (aberto ou fechado), uma fotocélula (iluminada ou no escuro).

Em sistemas eletrônicos digitais a informação binária é representada por tensões ou correntes que estão presentes ou não nas entradas e saídas dos circuitos digitais, por exemplo 0 V pode representar nível "0" e +5 V pode representar nível lógico "1", entretanto devido as variações dos circuitos podemos ter uma faixa de tensão admissível para um determinado nível:



Na figura a direita temos um diagrama de tempo que representa a variação do nível lógico no decorrer do tempo, as linhas ficam verticais ($\Delta t = 0$) porque estes tempo em geral são pequenos, em casos específicos devemos considerar esta variação sendo diferente de zero daí podemos medir estes tempo com equipamentos como osciloscópios e analisadores lógicos.

CIRCUITOS DIGITAIS / CIRCUITOS LÓGICOS

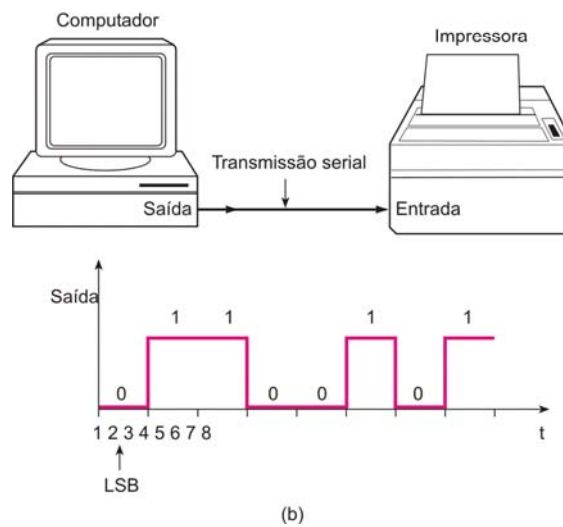
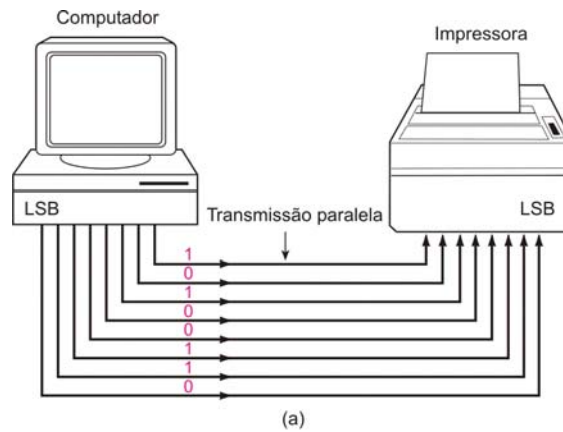
Circuitos digitais são projetados para produzir níveis na saída em função dos níveis nas entradas, considerando a faixa de tensão limite em cada nível.

A forma como um circuito digital responde a uma entrada é denominado lógica do circuito, portanto cada circuito digital obedece as regras lógicas do circuito, mais adiante estudaremos os tipos de circuitos lógicos existentes.

Através dos circuitos integrados digitais é possível a implementação de lógicas complexas em tamanhos reduzidos, existem várias tecnologias de fabricação como, por exemplo, TTL, CMOS, NMOS, ECL, etc. O que diferencia uma tecnologia da outra é o tipo de circuito utilizado, a TTL utiliza transistores bipolares, a CMOS utiliza MOS-FETs tipo enriquecimento.

TRANSMISSÕES PARALELA E SERIAL:

Em qualquer sistema digital, algo muito comum é a transmissão de dados de um dispositivo para outro, esta transmissão pode se dar de forma paralela ou serial, na comunicação paralela temos uma linha bidirecional para cada bit de informação e, portanto a cada sinal do relógio tantas quantas linhas houverem serão transmitidos bits. Já na comunicação serial existe uma linha unidirecional para transmissão e outra linha unidirecional para recepção, sendo que outras linhas fazem a sinalização deste tráfego.



MEMÓRIA:

Quando um sinal de entrada é aplicado à maioria dos dispositivos ou circuitos, a saída muda, de algum modelo, em resposta à entrada, quando o sinal de entrada é removido, a saída volta ao estado original, esses circuitos não apresentam propriedades de memória, visto que suas saídas voltam ao estado anterior, quando a saída muda de estado, mas mantêm o novo estado ainda que o sinal de entrada seja removido, essa propriedade de retenção é denominada memória.

