

## *DHD – Desenvolvimento em Hardware*

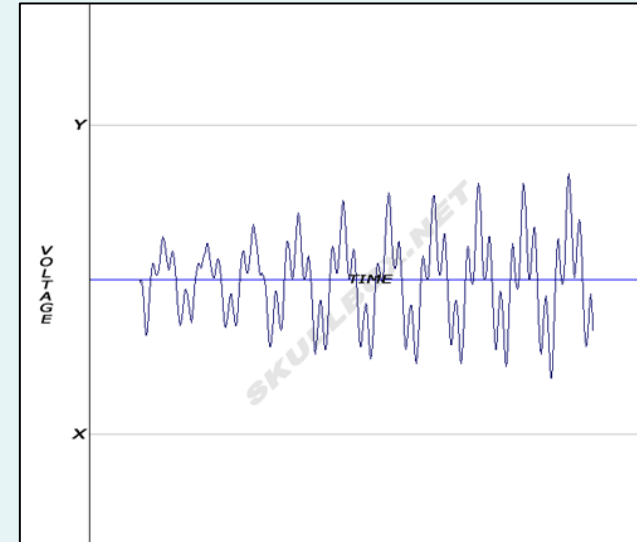
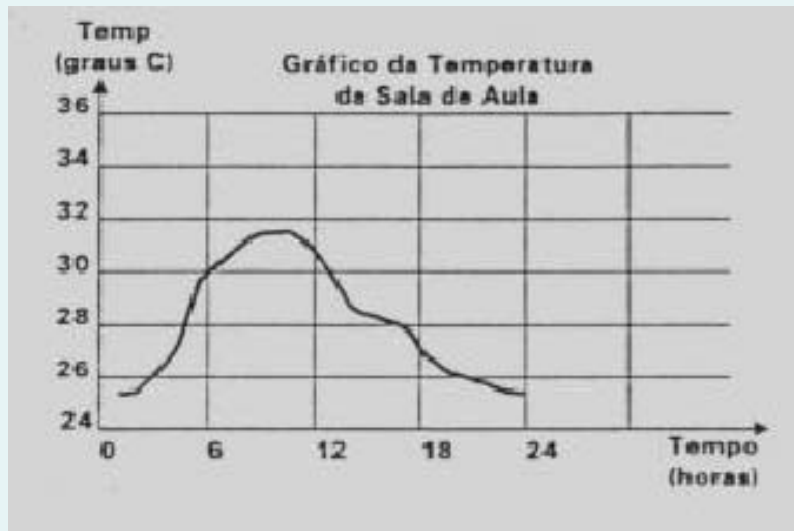




# *Sinais Analógicos e Sinais Digitais*

*Prof. Francisco Fechine Borges*  
*fechine-uol@uol.com.br*

## O que são sinais analógicos ?



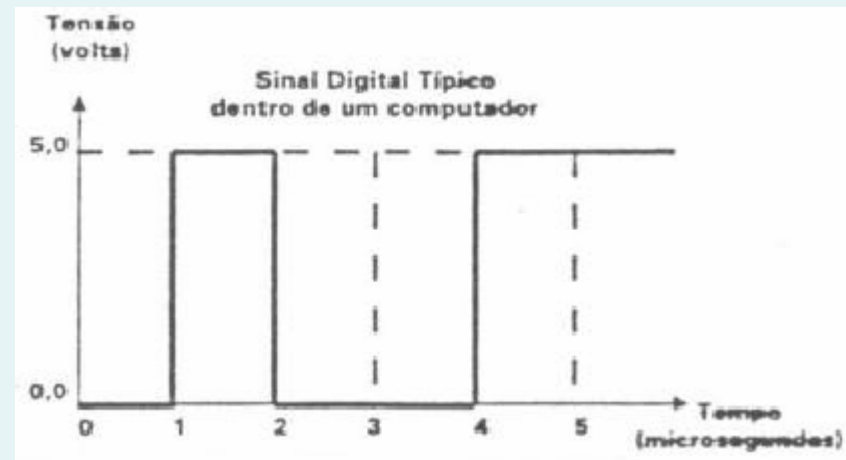
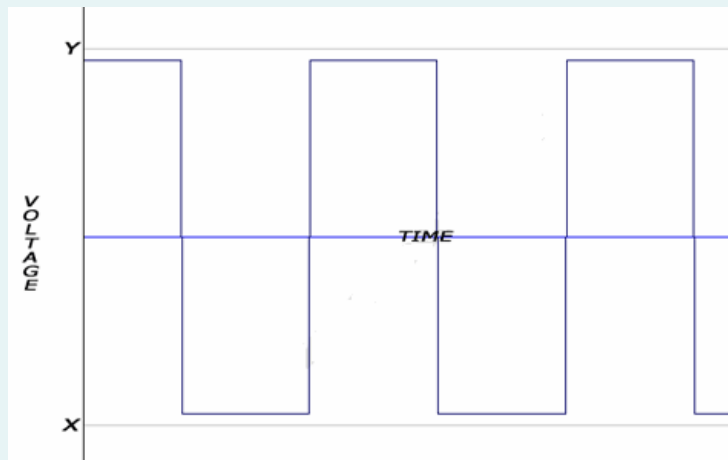
### Características dos Sinais Analógicos:

- Variam com o tempo;
- As variações não são uniformes
- Sinais analógicos são sinais que variam continuamente e cada variação, por menor que seja, tem importância. Teoricamente, os sinais analógicos assumem infinitos valores entre uma determinada medida e outra. Exemplos de grandezas analógicas são a *temperatura, força, peso, comprimento*.

## O que são sinais digitais ?

São sinais que assumem valores “discretos”, possuem descontinuidades ou “saltos”, “degraus”. O sinal digital usado nos computadores pode assumir dois valores: “0” ou “1”, *desligado* ou *ligado*. Os sinais digitais são representados comumente através de duas tensões elétricas,

**0V para o “0” e 5V\* para o “1”**



\* (1,5 a 3,5V nos microprocessadores e memórias mais recentes). Também existem vários outros níveis de tensão e corrente para sinais digitais, como, por exemplo, +12V e -12V dos níveis lógicos em comunicação serial

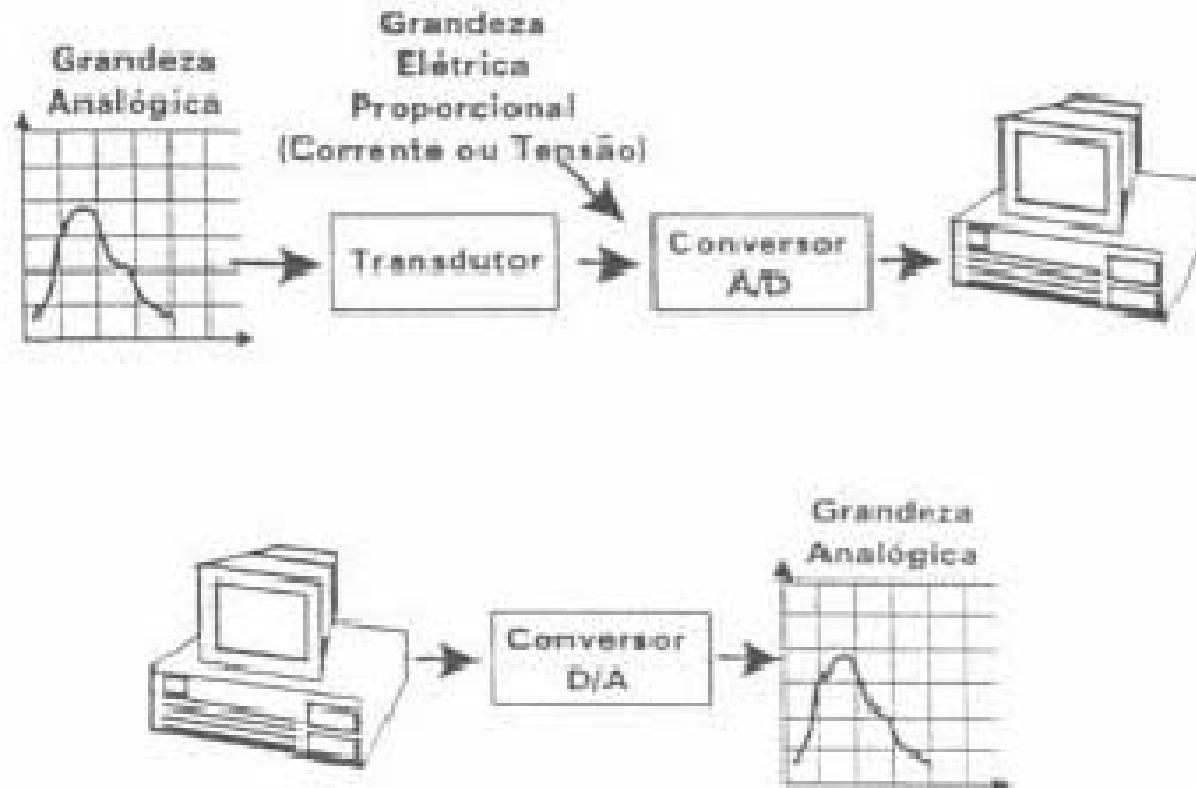
## Por que os computadores são “digitais” ?

Construir computadores que trabalhem com informação analógica é muito difícil. O processo de calibração desses computadores, para que todos “entendessem” o mesmo valor de uma determinada variável analógica, seria muito difícil de ser feito, encarecendo muito os circuitos eletrônicos. Em vez de trabalhar com informação analógica, os computadores **PROCESSAM NÚMEROS BINÁRIOS**.

Quando é necessário medir uma grandeza analógica é feita previamente a sua conversão para digital. Por exemplo, quando uma placa de som capta um sinal de voz, essencialmente analógico, esse som é armazenado dentro do micro de forma digital, cada nível do sinal sendo rapidamente convertido num número equivalente, num processo conhecido como *conversão analógico-digital*.

O processo inverso é a *conversão digital-analógica*. Um exemplo típico é um aparelho de CD, que reproduz analogicamente (som) um grande número de informações digitais armazenadas na mídia (disco CD).

## Conversão A/D e D/A



### A INFORMAÇÃO DIGITAL E SUA MEDIDA

A menor unidade de informação é o *bit* (abreviatura de *binary digit*). O bit pode assumir dois valores: 0 ou 1.

Um *nibble* é um conjunto de 4 bits. Um conjunto de 8 bits forma 1 byte, como, por exemplo, 01010011. Uma letra é armazenada dentro do computador como 1 byte.

Uma *word* é equivalente a 2 bytes (16 bits).

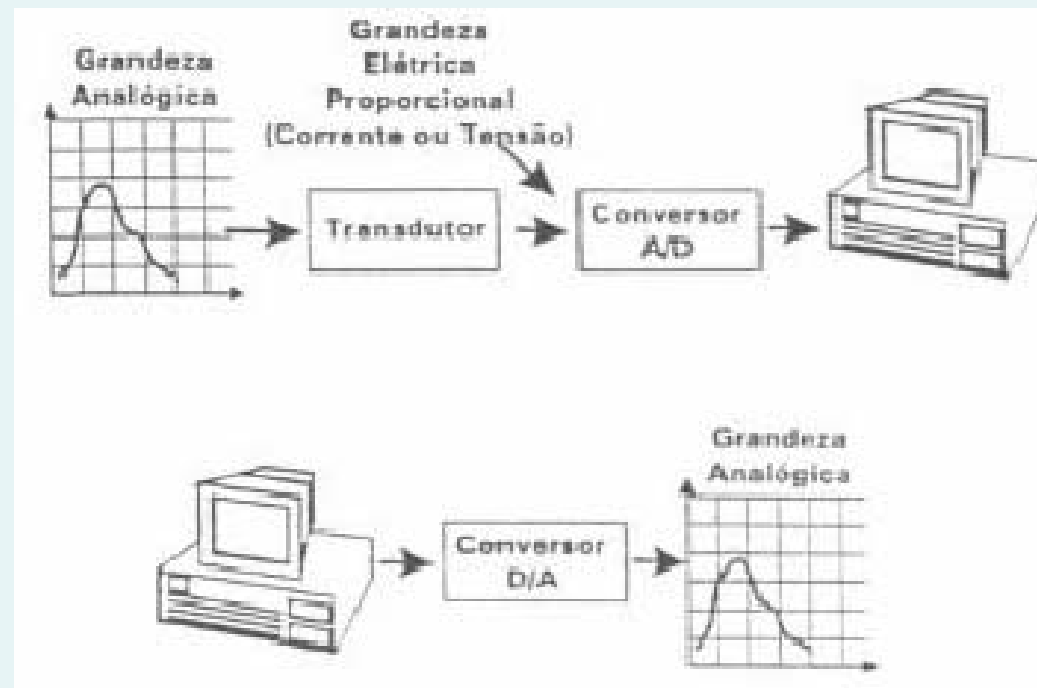
Uma *double word* é equivalente a 4 bytes (32 bits)

Uma *super long word* é equivalente a 64 bits (8 bytes).

Os computadores atuais, que usam o processador Pentium, por exemplo, podem manipular palavras de 64 bits de cada vez, aumentando consideravelmente a velocidade de processamento.

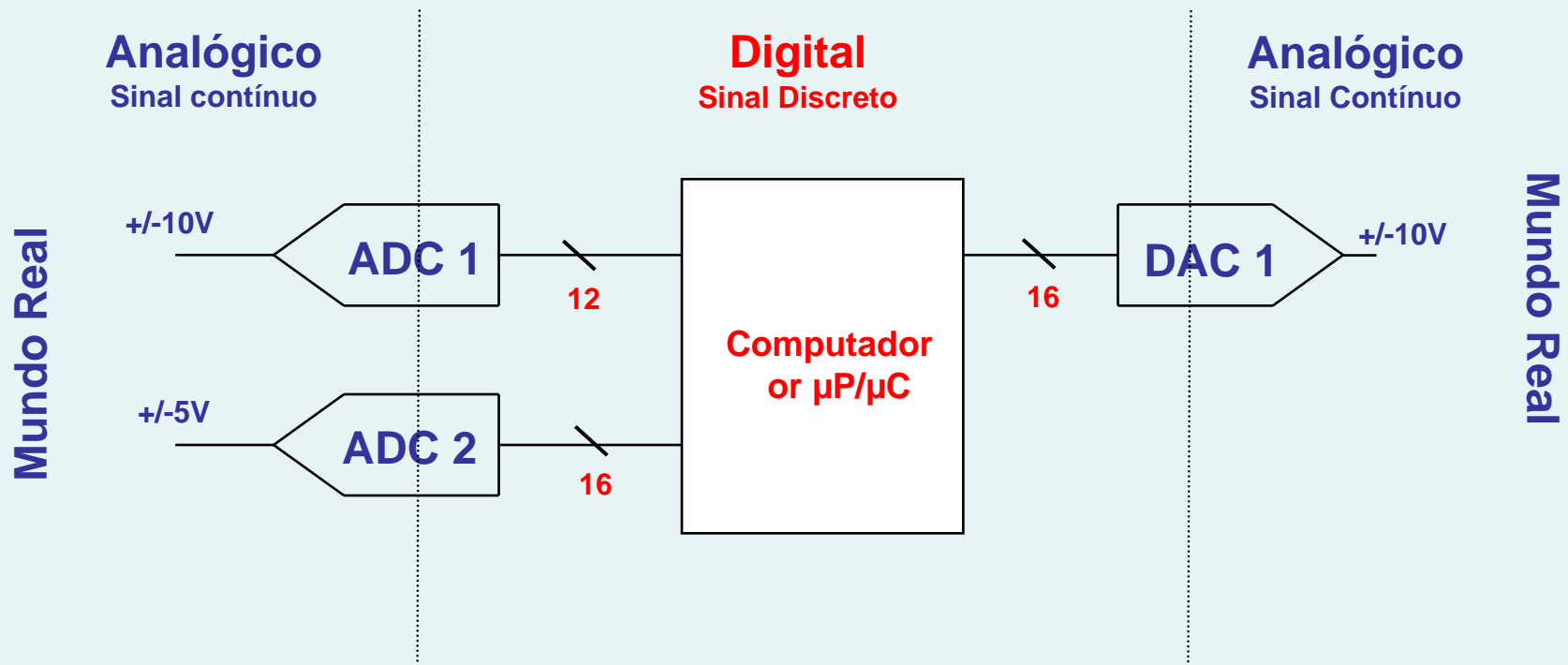
## CONVERTENDO SINAIS ANALÓGICOS para DIGITAIS e DIGITAIS para ANALÓGICOS

Os conversores analógico-digital (A/D) e digital-analógico (D/A) são sistemas que possibilitam a conversão de um sinal analógico em digital e vice-versa, segundo algumas condições, como resolução, velocidade (frequência de amostragem), precisão, linearidade, etc.

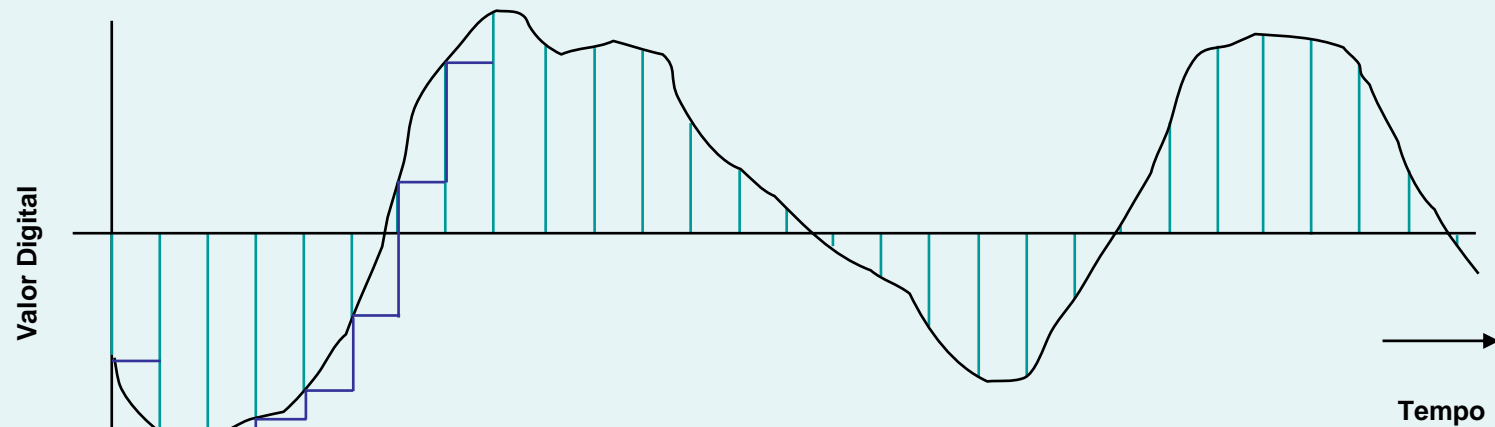




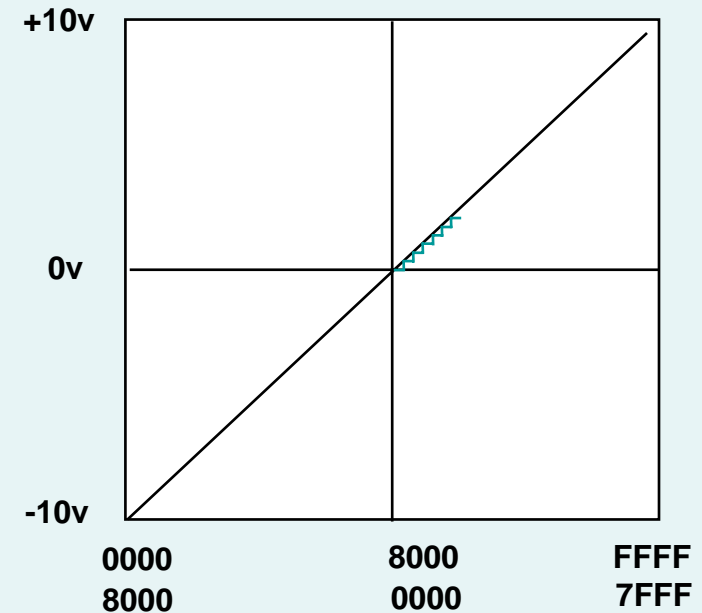
## Aplicação A/D e D/A típica



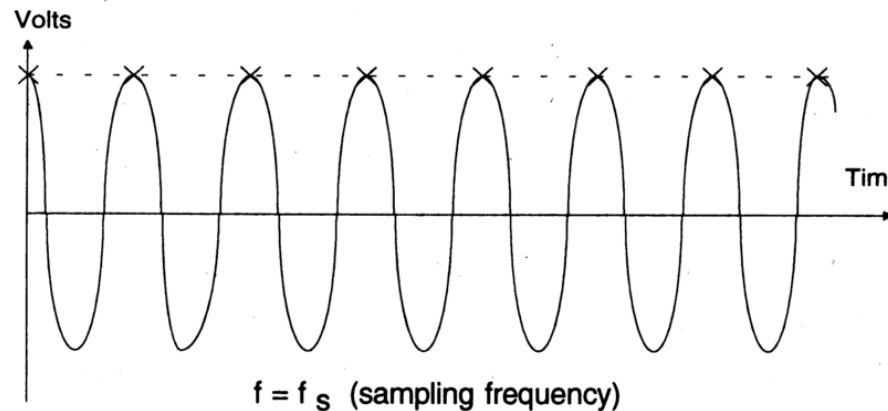
## Amostragem a frequência constante



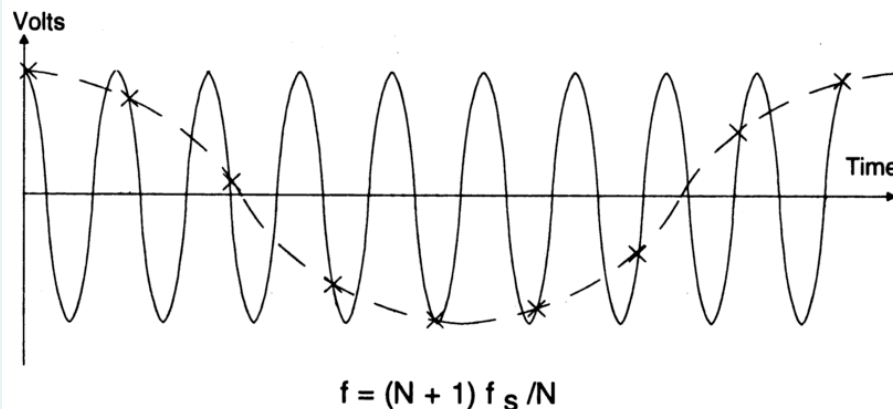
Supondo, por exemplo, um sinal analógico que varia entre -10V e +10V, quando este sinal estiver em -10V o computador armazenará o valor '0000 0000 0000 0000'; e quando o sinal estiver em +10V, o valor armazenado será '1111 1111 1111 1111'. O valor 0V será convertido para o número intermediário '1000 0000 0000 0000' ou para o vizinho dele, o número '0111 1111 1111 1111'. Neste caso de 16 bits, o sinal analógico é 'fatiado' em 65536 níveis ou valores, o que dá uma resolução de aprox. 30,5mV por bit ( $20V/65.536$ ), permitindo uma reprodução muito fiel do sinal analógico original. Podemos constatar esta qualidade do sinal quando ouvimos um som de um *CD-Player*.



## Problema da frequência de amostragem



a. dc Aliasing

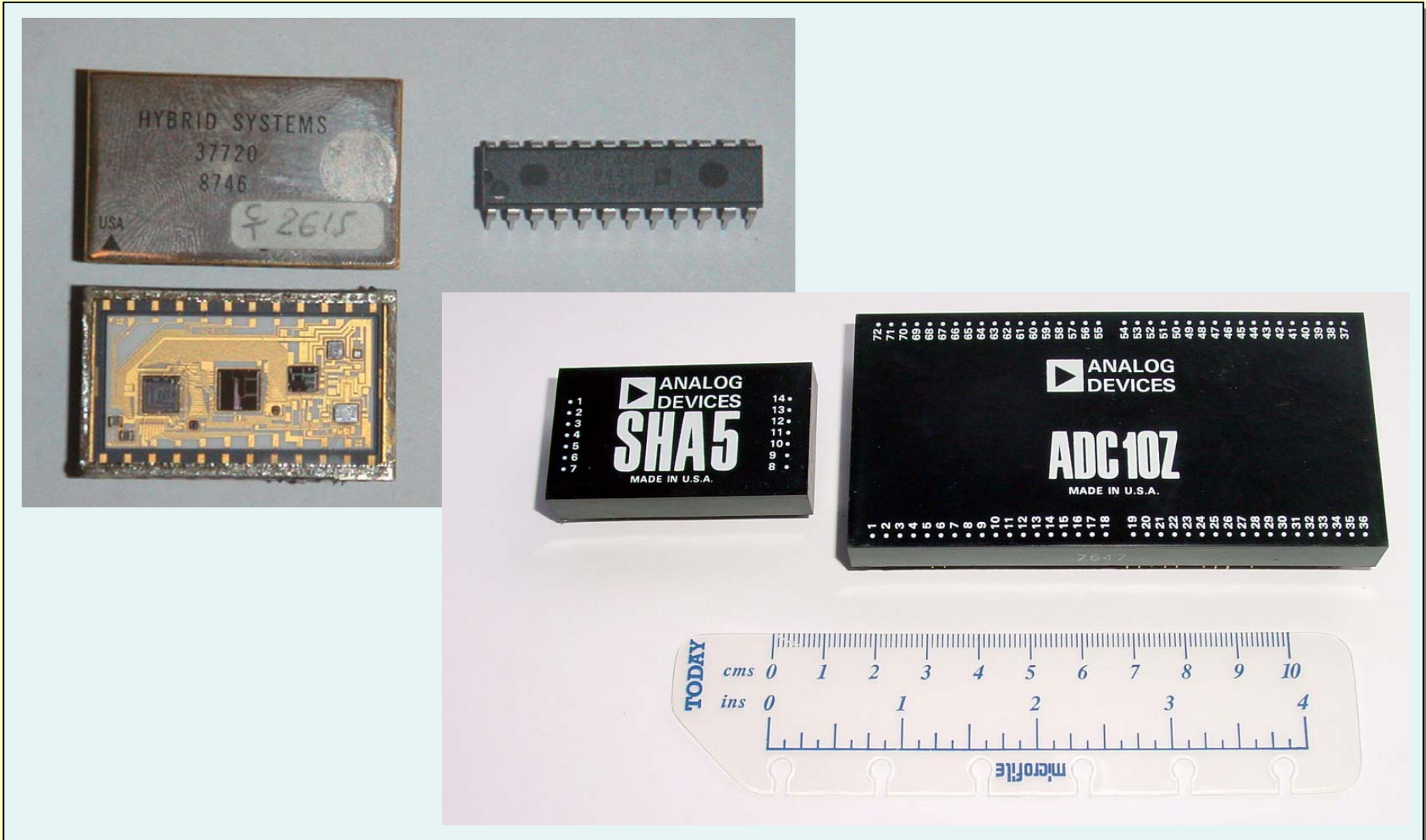


b. General Aliasing

A frequência de amostragem do sinal analógico, para conversão para digital, também é muito importante no processo. Não adianta termos alta resolução com pouca velocidade.

É necessário que os conversores analógico-digitais possam capturar uma grande quantidade de amostras do sinal por segundo, para uma reprodução fiel.

# Fotos de Conversores A/D e D/A



## Exercícios de Revisão

1. Se desejássemos capturar para um microcomputador a temperatura da sala de aula, a cada 1s (um segundo), usando um conversor analógico-digital de 8 bits, e dispuséssemos de 1 disquete de 3 1/2” para armazenar estes dados, pergunta-se: quanto tempo poderíamos capturar a informação de temperatura da sala ?
2. Qual a diferença fundamental entre um sinal analógico e um sinal digital ?
3. Você dispõe de um microcomputador com 128MBytes de memória livre e precisa capturar, de uma só vez, várias músicas digitalizadas, usando uma placa de som. Quantas músicas você pode capturar, considerando que cada música tem um tempo médio de 3 minutos e que a amostragem deve ser em 16 bits, 44KHz ?
4. Leia o texto a seguir, pesquise na internet e responda as questões que se seguem.

### **Funcionamento do MP3 - Gabriel Torres - Em <http://www.clubedohardware.com.br/artigos/433>**

O MP3 utiliza um esquema de compressão de áudio usando um algoritmo baseado em perda de dados. Isto é, as informações armazenadas em um arquivo MP3 não são iguais às de sua fonte original. Por esse motivo, ao contrário do que muita gente pensa, a qualidade de áudio de um arquivo MP3 não é igual ao de um CD. Na prática, entretanto, para a maioria das pessoas, o áudio parece ter a mesma qualidade. Para você entender melhor essa questão, podemos fazer uma analogia ao famoso padrão de arquivos JPG. Esse formato de arquivos gráficos também comprime os dados originais através de um algoritmo baseado em perdas de dados. Para um usuário comum, imagens JPG parecem ter uma excelente qualidade, muito embora existam pontos que estejam "faltando" na imagem. Profissionais que trabalham com imagens, entretanto, conseguem perceber com facilidade a diferença de qualidade entre a imagem original e a imagem comprimida JPG. O mesmo ocorre com o MP3.

Em um CD de áudio, onde os dados são armazenados de forma não comprimida (essa forma não comprimida é chamada PCM ou Pulse Code Modulation), os dados são transferidos a uma taxa de 1411,2 Kbps, ou seja, cada segundo de áudio ocupa 176,4 KB (basta dividir por oito, já que um byte equivale a oito bits). Cada minuto ocupa cerca de 10 MB. Você não precisa ser nenhum gênio para calcular que uma música de 4 minutos é, na verdade, um arquivo de cerca de 40 MB dentro de um CD.

O algoritmo usado pelo MP3 remove do som original dados redundantes e irrelevantes, que normalmente não são percebidos pelo ouvido humano. Com isso, os arquivos gerados ficam menores. A taxa de compressão de um arquivo MP3 normalmente varia entre 10:1 e 12:1 (128 Kbps a 112 Kbps). Quanto mais comprimido for o som, menor será essa taxa de transferência, mas, em compensação, pior será sua qualidade. Ou seja, quanto maior a taxa de transferência (expressa em Kbps), maior será o arquivo e melhor será a sua qualidade de áudio.

Outro fator que influi diretamente na qualidade de áudio de um arquivo MP3 é o equipamento usado para gerá-lo. Para criar um arquivo MP3, você precisa de uma placa de som e de um aparelho de som conectado ao micro (se você for criar o arquivo a partir de um CD, você pode usar o próprio CD-ROM do micro em vez de um aparelho de som externo). Aí é que está o problema.

A maioria das placas de som existente no mercado tem uma péssima relação sinal/ruído (SNR, Signal-to-Noise Ratio). Para obtermos uma boa qualidade de áudio, a placa de som deve ter uma relação sinal/ruído acima de 96 dB. Quanto maior esse valor, melhor. A maioria das placas tem uma relação de 90 dB ou menor. As placas de som mais baratas possuem normalmente uma relação de apenas 80 dB! A consequência direta disso é que a placa de som irá gerar um ruído (um famoso chiado de fundo) que será injetado dentro do arquivo MP3 que estiver sendo criado. Você pode ver essa característica de sua placa de som em seu manual ou no site do fabricante na Internet.

Além da placa de som, a fonte de som também influi. Se você usar um aparelho de CD com uma relação sinal/ruído menor que 96 dB ou cabos de baixa qualidade, acabará injetando ruído ao arquivo.

Com um arquivo com compressão de 10:1 (taxa de 128 Kbps), cada minuto de áudio ocupará 10 vezes menos do que ocuparia em um CD, ou seja, apenas 1 MB por minuto. Como os arquivos ficam audivelmente com uma boa qualidade e com tamanho reduzido, acabaram gerando polêmica em relação à distribuição de músicas protegidas por direitos autorais através da Internet. Mas essa já é uma outra história.

**Questões:**

- a) O que quer dizer o acrônimo MP3 ?
- b) O que quer dizer o acrônimo JPG ?
- c) Quando você está criando um arquivo MP3, com um tocador de CD conectado à entrada de áudio do seu computador, você está realizando uma conversão analógico-digital ou uma conversão digital-analógica ?
- d) Quantas músicas de 4 minutos cabem num CD de 650MB, compactadas em MP3 com taxa de compressão de 10:1 ?