

# Projeto de Sistemas Microcontrolados

## Aula 01 - Introdução aos Microcontroladores – Parte I

# Apresentação

Nesta aula, você retomará alguns conceitos básicos sobre sinais e sistemas digitais, aprenderá o conceito de tecnologia e verá quais os caminhos tecnológicos que permitem o desenvolvimento de projetos de circuitos e sistemas digitais usando componentes padrões, processadores e/ou dispositivos reconfiguráveis de *hardware*. Nesse contexto, compreenderá em que grupo ou metodologia de projeto se enquadra o uso dos microcontroladores. Finalizando, saberá conceituar e diferenciar microprocessadores, microcontroladores e DSPs (*Digital Signal Processors*) e onde se enquadram no desenvolvimento de aplicações.

## Objetivos

- Definir o que é tecnologia e quais as tecnologias usadas na fabricação de componentes eletrônicos digitais, caracterizando os quatro caminhos que hoje norteiam o projeto e a implementação de sistemas digitais.
- Distinguir um sistema digital programável por uma linguagem de software de um sistema digital configurável por uma linguagem de descrição de hardware.
- Entender o que é microcomputador, quais seus blocos construtivos e quais suas áreas de atuação.
- Conhecer alguns conceitos básicos e estabelecer as áreas de atuação e os limites de aplicação de microprocessadores, microcontroladores e DSPs.

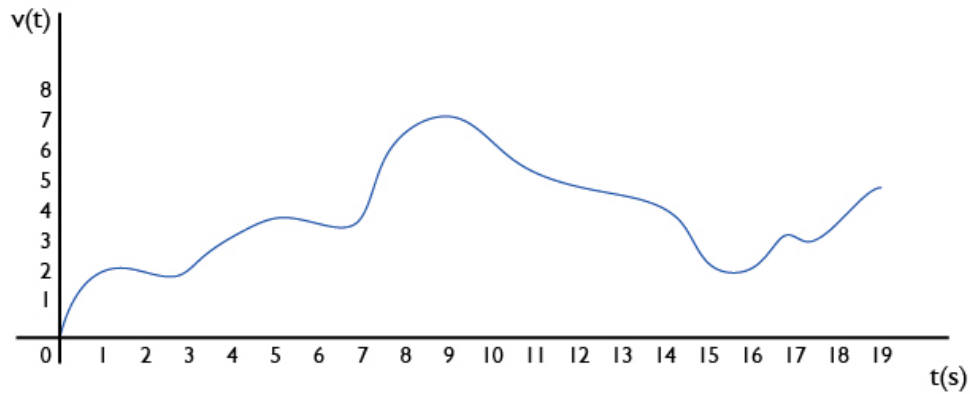
# Introdução aos Microcontroladores – Parte I

Nesta primeira aula, veremos uma introdução aos microcontroladores tomando como base as tecnologias de fabricação e de projetos de sistemas digitais e a organização simplificada de um microcomputador.

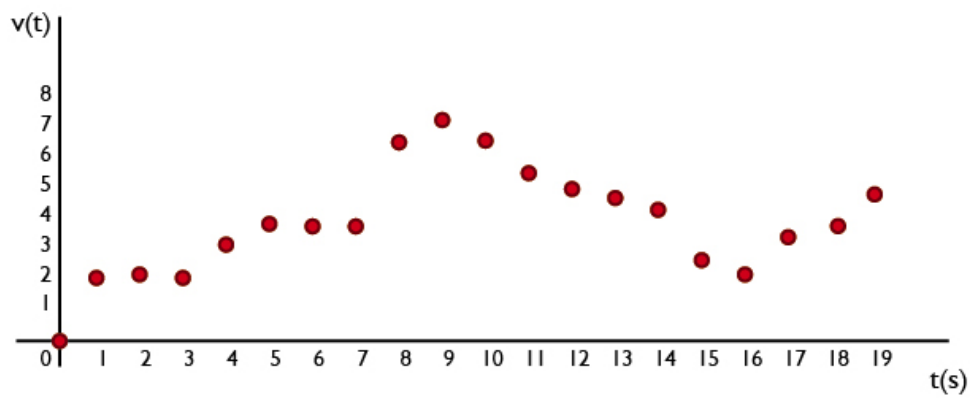
## Os circuitos digitais e suas tecnologias de fabricação e de projeto

Até esse instante, vocês já tiveram informações e aprenderam a projetar circuitos que operam com sinais analógicos (que variam continuamente no tempo) e com sinais digitais (que variam discretamente no tempo). Para ajudar a relembrar o que são sinais analógicos e sinais digitais, no Gráfico 1 é mostrado um sinal analógico, variando continuamente no tempo e que, por essa razão, apresenta infinitos valores e, no Gráfico 2 é mostrado o mesmo sinal, em representação digital, variando discretamente no tempo. Observe no Gráfico 2 que apenas alguns pontos (no tempo) são usados para representar a variação do sinal (daí se falar em pontos discretos, que representam apenas algumas amostras do espectro contínuo do sinal. Entenda ainda que, para garantir que o sinal digital represente fielmente o sinal analógico existe um tempo mínimo para se fazer essas amostras).

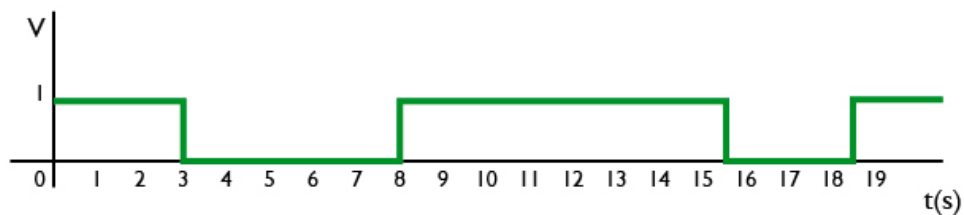
Você já deve ter percebido que é muito mais simples e fácil projetar e desenvolver circuitos e sistemas que operam em lógica binária, ou seja, circuitos e sistemas digitais que apresentam e manipulam apenas dois valores lógicos: o 0 (zero) e o 1 (um). No Gráfico 3 é mostrada a variação de um sinal digital que apresenta apenas sinais de nível lógico 0 (zero) e de nível lógico 1 (um).



**Gráfico 1** - Representação de um sinal de tensão variando continuamente no tempo



**Gráfico 2** - Representação de um sinal de tensão variando discretamente no tempo



**Gráfico 3** - Representação de um sinal em lógica digital variando no tempo

Nos últimos anos (principalmente nas três últimas décadas) houve uma verdadeira revolução (no bom sentido) no mundo dos sistemas digitais. Talvez pela sua pouca idade não dê para lembrar, mas o aparelho eletrônico mais usado hoje, o celular, teve uma grande redução em tamanho e em peso e, embora cada vez

menor, veem incorporando e executando mais e mais funções (você já parou para pensar porque esta miniaturização e incorporação de tantas funções são cada vez mais crescentes? Não? Que tal fazer isso agora?).

## Dica

Tudo isso que está acontecendo no mundo digital se deve as atuais tecnologias de fabricação e de projeto dos dispositivos (ou componentes) eletrônicos digitais.

Mas, e o que é tecnologia? Resumidamente, é a maneira de se realizar uma tarefa através de técnicas, métodos e conhecimentos. Pelo [Oxford Dictionaries online](#), tecnologia é a aplicação de conhecimentos científicos para propósitos práticos, especialmente na indústria.

Cada vez mais temos circuitos e sistemas digitais sendo projetados, construídos e fabricados com tecnologias que oferecem rápida **prototipagem**, **reprogramabilidade** e **reuso** favorecendo a capacidade de serem desenvolvidos e colocados no mercado em muito pouco tempo (o chamado *time-to-market*).

- **Prototipagem** é o termo usado por projetistas para definir a etapa de construção de protótipos. Segundo o dicionário Aurélio e a Wikipédia: protótipo é uma versão inicial de um produto, desenvolvido segundo as especificações de um projeto para fabricação em série, com o propósito de servir de teste antes da fabricação em escala industrial ou da sua comercialização.
- **Reprogramabilidade** pode significar, de uma maneira bem elementar, que podemos refazer ou modificar um programa ou até mesmo o circuito ou o sistema digital tantas vezes quantas forem necessárias até se chegar a funcionalidade desejada e que, principalmente, responda a essa funcionalidade no tempo desejado.

- **Reuso** é uma palavra chave hoje em dia. Significa que devemos fazer softwares e circuitos que possam ser reaproveitados, com nenhuma ou pouca reciclagem, em outros projetos ou sistemas.

Mas, que tecnologias permitem desenvolver circuitos ou sistemas digitais com todas estas boas características? Segundo um autor chamado Ion Grout em seu livro *"Digital Systems Design with FPGAs and CPLDs"*, *Several avenues are open* ([como anda seu inglês, hein?](#) (Traduzindo: Vários caminhos estão abertos.)).

Na eletrônica digital, essencialmente, temos quatro caminhos para o desenvolvimento de circuitos e sistemas. Vamos apresentar cada um desses caminhos, embora nosso interesse maior, especificamente nesse curso, seja no segundo caminho.

## Primeiro caminho

O primeiro caminho e menos flexível envolve o uso de CIs – circuitos integrados padrões, normalmente disponibilizados pela indústria, nas tecnologias de fabricação de dispositivos ([TTL](#) (TTL ou Transistor-Transistor Logic é uma classe de circuitos digitais construídos a partir de transistores de junção bipolar e resistores.) e [CMOS](#) (CMOS ou complementary metal-oxide-semiconductor é uma classe de circuitos digitais construídos a partir de transistores MOSFET de canal N e MOSFET de canal P.)) de baixa escala de integração (*SSI – Small Scale Integration*), de média escala de integração (*MSI – Media Scale Integration*) e de alta escala de integração (*LSI – Large Scale Integration*).

Os termos SSI, MSI e LSI são diferenciados pelo número de portas lógicas, as quais foram vistas na disciplina de Circuitos Digitais, usadas na fabricação de um circuito integrado. Só para lembrar, a Tabela 1 mostra em que faixa de integração, segundo esse critério, um circuito integrado pode se enquadrar.

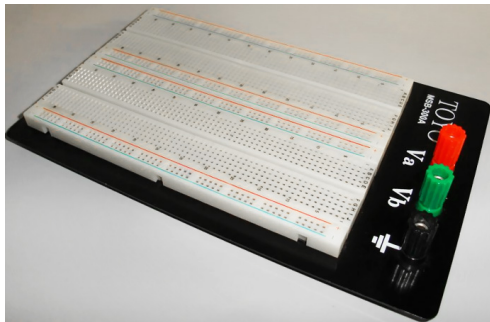
Nível de integração	<u>Acrônimo</u> (Pelo dicionário Aurélio, <u>acrônimo é a palavra formada pela primeira letra de cada uma das partes sucessivas de uma locução ou pela maioria das partes. Sigla.</u> )	Número de portas ( <i>gates</i> ) por CI.
Integração em Pequena Escala	SSI	Menor que 10
Integração em Média Escala	MSI	De 10 a 100
Integração em Larga Escala	LSI	De 100 a 10.000
Integração em Muito Larga Escala	VLSI	Acima de 10.000

**Tabela 1** – Quantidade de portas por nível de integração dos circuitos integrados

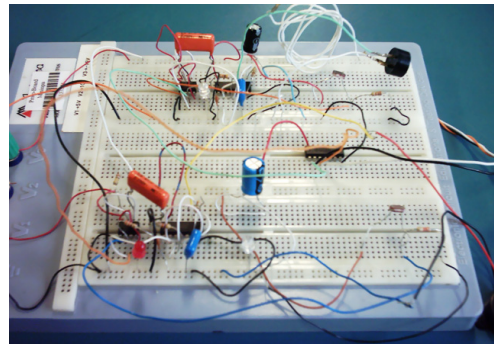
Talvez você ainda não tenha tido a oportunidade de trabalhar com os integrados de muito alta escala de integração, os VLSI (*Very Large Scale Integration*). Isso é o que faremos nessa disciplina, ao desenvolvermos projetos com alguns integrados dessa classe: os microcontroladores. Considerando o espetacular aumento no número de portas por CI, já surgem inclusive novas designações tais como UVLSI (*Ultra Very Large Scale Integration*).

Os circuitos e sistemas digitais implementados a partir do uso de dispositivos padrões nas três menores faixas de integração oferecem pouquíssima flexibilidade, nenhuma reprogramabilidade e pouca possibilidade de reuso. É o que se costuma chamar de circuitos em lógica fixa, puramente implementada em *hardware*.

O desenvolvimento de protótipos usando esses dispositivos padrões de mais baixa integração é feita normalmente em matrizes de pontos ou protoboards, como o mostrado na Figura 1(a), e que você fatalmente já utilizou em práticas realizadas em disciplinas anteriores, fazendo montagens, às vezes não muito ordenadas, como a mostrada na Figura 1(b).



(a)



(b)

**Figura 1** - (a)Matriz de contato; (b) Matriz de contato com montagem de um circuito sensor de alarme

**Fonte:** <[http://www.ppgia.pucpr.br/~santin/ee/2005/3s/2/sensor\\_alarme\\_protoboard.JPG](http://www.ppgia.pucpr.br/~santin/ee/2005/3s/2/sensor_alarme_protoboard.JPG)

Acesso: 9 abr. 2012.>

## Dica

Uma dica importante: quando se trabalha com matrizes de contato os fios devem ser cortados de tamanho suficiente para ligar os dois pontos desejados, não devem passar sobre os componentes e, os pontos de contato descascados dos fios devem ser de tamanho suficiente para garantir o contato elétrico com a sua trilha.

## Segundo Caminho

O segundo caminho envolve o uso de processadores (CIs de muito alta integração – VLSI – *Very large Scale Integration ou superior*) programáveis por *software*.



Como citado anteriormente, esse será o caminho que enveredaremos em nosso curso e por essa razão, vamos ter uma visão dos outros dois para só então retornarmos a esse, ok?

## Terceiro caminho

O terceiro caminho faz uso de dispositivos de lógica programável (PLD – *Programmable Logic Devices* – Dispositivos Lógicos Programáveis). Os PLDs podem ser simples (SPLD – *Simple Programmable Logic Devices* – Dispositivos lógicos Programáveis Simples), complexos (CPLD – *Complex Programmable Logic Devices* – Dispositivos Lógicos Programáveis Complexos) ou de arranjos lógicos programáveis no campo (FPGA – *Field Programmable Gate Array* – mais especificamente, Arranjos de Portas Programáveis no Campo). Esses últimos dispositivos são assim denominados porque se constituem em milhões de portas lógicas cuja programação para formarem um circuito digital desejável é feita pelo próprio usuário sem a necessidade de ambientes laboratoriais, ou seja, no campo.

Os FPGAs também são dispositivos complexos de lógica programável, mas receberam essa denominação por se constituírem de arranjos lógicos programáveis muito flexíveis. Você já teve a oportunidade de conferir o que estou dizendo quando cursou a disciplina de Sistemas Digitais

Quando se usa dispositivos lógicos programáveis complexos nos projetos de circuitos e sistemas digitais se obtém o máximo de proveito no desenvolvimento de protótipos, uma vez que esses dispositivos são de *hardware* totalmente reprogramável, o que facilita e permite o reuso de dispositivos.

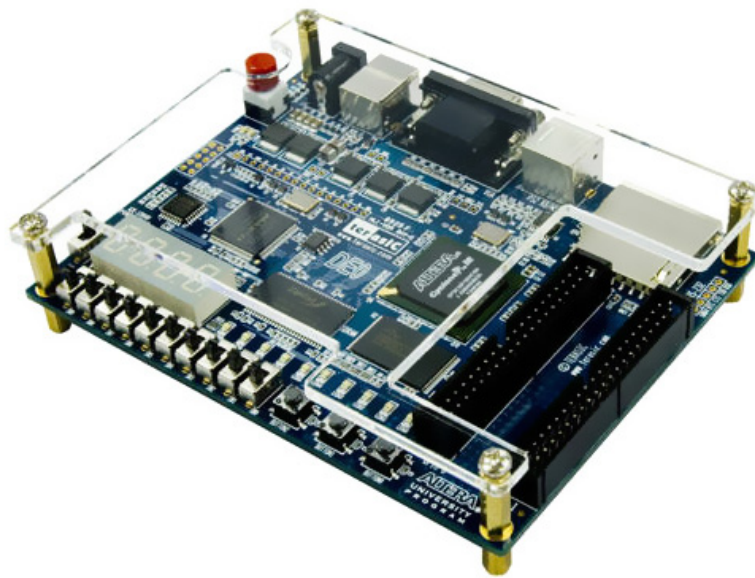
Para programar esses PLDs, como já é do seu conhecimento, faz-se uso de Linguagens de Descrição de Hardware (HDL – *Hardware Description Languages*) como a VHDL, a Verilog HDL ou a AHDL. Qual você aprendeu em Sistemas Digitais?

Para melhorar nossa vida de programador de *hardware* (estranho falar assim, não?), os fabricantes de CPLDs e de FPGAs fornecem kits de desenvolvimento e ambientes de programação excelentes. Você também teve a oportunidade de trabalhar com um deles, não? Foi o DE0?

Para você ter uma ideia da dimensão desse universo de kits (ou placas), buscando no site da [altera](http://www.altera.com), por exemplo, observará alguns muito baratos, como é o caso do DE0 que custa algo em torno de US 86,00 (oitenta e seis dólares) até alguns muito caros, como o Stratix IVE FPGA development kit que custa US 5.995 ou 14.000 quatorze mil setecentos e quarenta reais. O valor do dólar utilizado para a conversão foi de R\$2.34 o dólar.

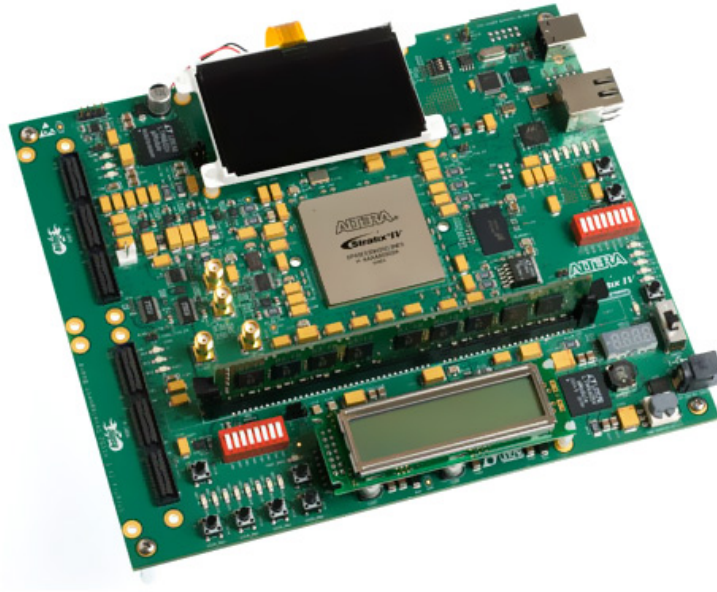
Nas figuras 2 e 3 são mostrados estes dois extremos de kits de desenvolvimento da Altera.

**Figura 02** - *DE0 Development and Education board*



**Fonte:** <http://www.terasic.com/> Acesso em: 19 mar. 2012.

**Figura 03 - Stratix IV E FPGA Development Board**



**Fonte:** <http://www.altera.com/products/devkits/altera/kit-stratix-iv-e.html> Acesso em: 19 mar. 2012.

Aparentemente não existem muitas diferenças não é mesmo?

A principal diferenciação está nos FPGAs usados nas duas placas.

Na DE0, o FPGA usado, o Cyclone III EP3C16F484, possui o equivalente a 15.408 elementos lógicos (ou algo parecido com portas lógicas) enquanto que na Stratix IV, o FPGA usado, o Stratix IV E EP4SE530H35C2N, possui o equivalente a 531.200 elementos lógicos. É como se tivéssemos 36 Cyclones III em um único Stratix IV.

## Saiba mais

Dê uma olhadinha no site <<http://www.altera.com>> para conhecer um pouco mais dessa realidade fantástica e maravilhosa.

## Atividade 01

1. O que é um PLD? E um FPGA? Como são programáveis?
2. Como você entende que um programa de software pode nortear a implementação de um circuito em um *chip*?
3. O que é linguagem de descrição de hardware?
4. Quais as linguagens de descrição de hardware citadas no texto? Qual delas você já utilizou na descrição de circuitos lógicos?

## Quarto e último caminho

Você pode estar se perguntando: se o terceiro caminho de projeto é tão bom assim e atende a todas as especificações desejadas porque então existe a possibilidade de se optar pelos outros? Simples. O uso de dispositivos lógicos programáveis é excelente para o desenvolvimento de protótipos, mas, quando se fala em produto final, sobressai-se o segundo caminho; quando temos sistemas flexíveis com baixo custo, uma vez que se muda apenas o programa que executa a aplicação desejada e quando se fala em produção em série, sobressai-se o quarto caminho, que envolve a fabricação de circuitos integrados customizados ou ASICs (*Application-Specific Integrated Circuit* – Circuitos Integrados de Aplicação Específica), **praticamente uma complementação ao que foi desenvolvido no terceiro.**

Um procedimento natural é se desenvolver um protótipo em FPGA, testar suas funcionalidades e operacionalidades e daí se enviar sua descrição em VHDL ou em Verilog HDL para alguma fábrica de circuitos integrados para fabricação e comercialização em série.

Perceba uma coisa: você pode idealizar um circuito digital para resolver um determinado problema, descrevê-lo em uma linguagem de descrição de hardware e mandá-lo fabricar sem sair de sua própria casa. No Brasil estão se formando muitas

casas de projeto de hardware com essas características. São as chamadas *design houses* ou casas de projeto de hardware. Para conhecer um pouco sobre as *design houses* e sobre a concepção de sistemas de hardware entre no site:

<<http://www.cti.gov.br/ultimas-noticias/581-programa-ci-brasil-centro-de-treinamento-2-no-cti-recebe-nova-turma-de-projetistas>>

Algumas pessoas estão fazendo isso no mundo todo, se organizando e criando suas próprias design houses e se dando bem. Você poderá ser uma delas. Pense nisso.

A Wikipédia define ASIC como sendo um circuito integrado (CI) construído para executar uma tarefa específica, ou seja, customizado para um uso particular. Por exemplo, um *chip* projetado somente para executar funções de um telefone celular é um [ASIC](#).

## Atividade 02

- 1. Como você define tecnologia?**
- 2. Detalhe os caminhos 1, 3 e 4 que hoje norteiam o projeto e a implementação de sistemas digitais.**
- 3. Como se classificam os PLDs? O que você entendeu sobre elementos lógicos em um FPGA?**
- 4. O que são ASICs? Como relaciona um FPGA a um ASIC? Como enviar um protótipo para fabricação de um ASIC?**

## De volta ao segundo caminho

Estamos de volta ao segundo caminho e nele permaneceremos até o final do curso. Como dito anteriormente, este caminho envolve o uso de processadores (CIs de muito alta integração – VLSI – *Very large Scale Integration* ou superior) programáveis por *software* e usados principalmente no projeto de computadores digitais.

Cabe agora fazer uma pergunta básica:

Para você o que é um computador? Responda antes de seguir seu estudo.

Um dos autores referenciados, o William Stallings, caracteriza em seu livro “Arquitetura e Organização de Computadores” que: “Um computador pode ser visto como um sistema formado por um conjunto estruturado de componentes e a sua função pode ser compreendida em termos das funções desses componentes.”

Parece uma caracterização confusa não é? Mas, para mim, é a melhor resposta para a pergunta que lhe fiz sobre o que é um computador.

Para caracterizar um sistema como um computador, basta que sejam bem definidas as funções desejadas de um sistema que se comporte como tal. Quais são, então, as funções básicas de um computador?

São quatro:

- Processar informação ou dados;
- Armazenar dados a serem processados ou já processados;
- Fazer a transferência de dados de/para as unidades responsáveis pelo acesso à informação, ao armazenamento e

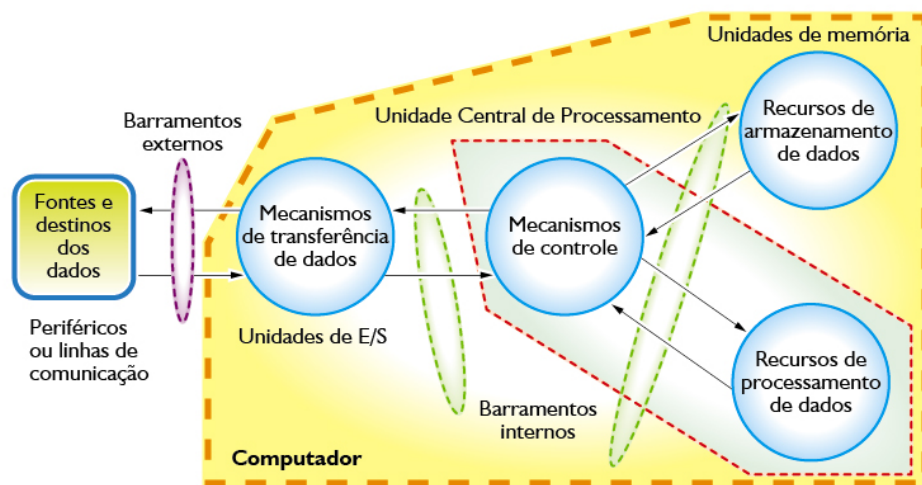
ao processamento e;

- Controlar todas as operações internas e de acesso à informação.

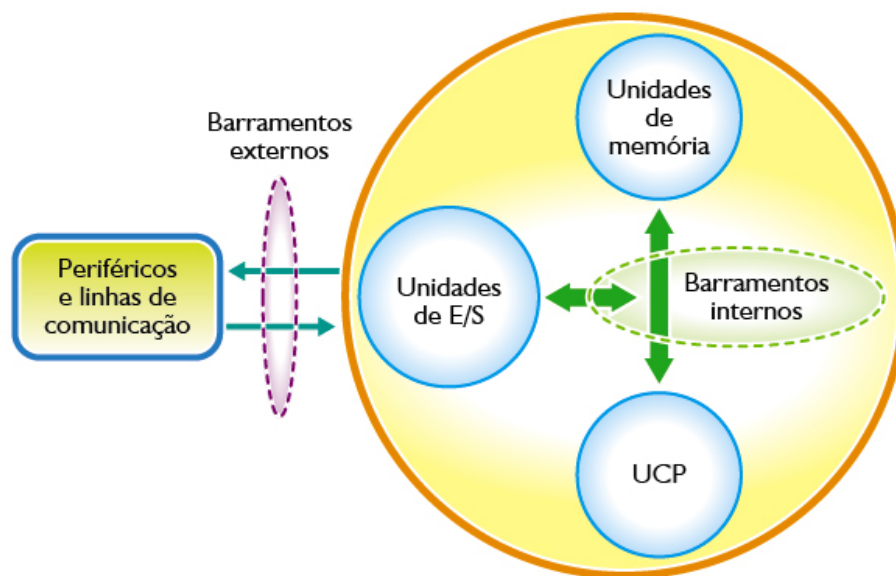
Como você pode ver, agora parece simples a definição dada por William Stallings. Se não, vejamos: um computador é qualquer sistema que possua blocos funcionais capazes de promover o acesso a uma informação, de transferir essa informação entre os blocos que o compõem, de processar essa informação e de armazenar a informação antes e após o seu processamento.

Vamos associar agora o que foi dito sobre os blocos constitutivos de um computador com sua organização simplificada, mostrada através das figuras 4 e 5. Tudo que está delineado pela linha amarela, na Figura 4, ou dentro do círculo, na Figura 5, é o que denominamos de computador.

**Figura 04** - Blocos básicos constitutivos de um computador



**Figura 05** - Organização simplificada de um computador



Pode-se observar a presença, fora do tracejado amarelo na Figura 4, de um bloco descrito como sendo as fontes e destinos dos dados e que, também nas figuras 4 e 5, são caracterizados como sendo periféricos ou linhas de transmissão através dos quais o usuário ou operador se comunica com o computador.

**No interior do tracejado amarelo temos, em sequencia:**

- a. Um bloco que é dito ser responsável pelos mecanismos de transmissão de dados. Este bloco corresponde às placas de entrada e saída de dados ou simplesmente *interfaces de E/S*. *Interfaces* estas que possibilitam que dados de um teclado ou de um mouse, por exemplo, cheguem para processamento e que dados processados possam ser enviados, por exemplo, para um monitor de vídeo ou que sejam enviados via *internet*.
- b. Em cima, à direita, está um bloco que é dito ser responsável pelos recursos de armazenamento de dados: as unidades de memória.
- c. No centro estão referenciados: o bloco responsável pelos recursos de processamento e o bloco responsável pelos mecanismos de controle. Esses dois blocos constituem o que chamamos de Unidade Central de Processamento ou CPU (de *Central Processing Unit*). A CPU, como você pode ver, propositadamente colocada no centro, na Figura 4, é a unidade principal de um computador, gerenciando a transferência dos dados de/para as unidades de E/S, gerenciando a transferência



dos dados de/para as unidades de memória e sendo responsável direta pelo processamento da informação.

d. Interligando todas as unidades internas do computador estão as linhas físicas nas quais trafegam a informação, e que se constituem nos chamados barramentos internos. Hoje em dia (primeiro semestre de 2012), um exemplo de barramento interno é o *PCI Express*. Para conhecer um pouco mais sobre barramentos internos ao microcomputador e sobre o *PCI Express* acesse o site <<http://www.clubedohardware.com.br/artigos/1060>>.

e. Interligando as unidades de E/S e os periféricos ou linhas de comunicação de dados externas estão as linhas físicas nas quais trafegam os dados que são enviados ou recebidos pelo computador, os chamados barramentos externos. Hoje, um exemplo bem característico de barramento externo é o barramento USB (*Universal serial Bus*). Nos dias atuais, a maioria dos dispositivos usados para entrada e saída de dados dos microcomputadores, como *mouses*, *teclados*, *pendrives* e *impressoras*, usam o barramento USB. Caso deseje conhecer as características do barramento USB, acesse o site <<http://www.infowester.com/usb.php>>.

## Microcomputador VS Microcontrolador

A Figura 5 sintetiza a organização simplificada de um computador. Caso tenha estudado a arquitetura ou a organização de um computador, em alguma disciplina anterior do curso, deve estar lembrado do trio: CPU, memória e unidade de entrada/saída que compõe um computador.

Se até agora só conceituamos o computador, você deve estar se perguntando: mas o que é um microcomputador e um microcontrolador? O que os diferenciam de um computador? Essas respostas estão nas definições dadas a seguir.

## **Observação**

Um microcomputador é qualquer sistema computacional que possua como CPU um microprocessador.

Ficou na mesma? Calma.

## **Obsevação**

Um microprocessador é qualquer componente que implemente em um único *chip* os dois blocos funcionais que compõem a unidade central de processamento, ou seja, a unidade de controle e a unidade de processamento.

Ficou claro agora?

Também poderemos chegar ao conceito do que seja um microcontrolador.

## **Observação**

Microcontrolador é qualquer componente que incorpore em um único *chip* todas as unidades de um microcomputador, ou seja, a CPU, a memória e as portas e periféricos de E/S. Em outras palavras, um microcontrolador é um microcomputador em um único *chip*.

Daí que surge outra novidade, o DSP (*Digital Signal Processor*, ou seja, processador digital de sinais).

Um DSP é qualquer microcontrolador que adicione funções avançadas para condicionamento e processamento digital de sinais. O termo DSP é usado também para designar o Processamento Digital de Sinais.

## Observação

O Processamento Digital de Sinais é um assunto muito avançado e não iremos nem pensar em lhe repassar mais informações sobre ele, mas, só para atiçar a curiosidade, todos os sinais manipulados por um celular, como os de som e de imagem, são processados digitalmente por um DSP. É pouco ou quer mais?

Conceituamos microprocessadores, microcontroladores e DSPs, mas você deve querer saber também onde aplicar cada um deles não é mesmo? Pois bem, as principais áreas de atuação desses dispositivos estão sintetizadas no Quadro 1.

<b>Tipo de processador</b>	<b>Principal área de aplicação</b>
Microprocessadores	Microcomputadores de propósitos gerais
Microcontroladores	Sistemas embarcados de propósitos específicos
DSPs	Sistemas dedicados para processamento digital de sinais

**Quadro 1** - Tipos de microprocessadores por principais áreas de atuação

## Atividade 03

- 1. Se o dono de um posto de gasolina procurar um engenheiro eletricista ou de computação para projetar um sistema que permita controlar toda quantidade de gasolina, álcool e óleo diesel vendida durante o dia, qual seria a melhor opção do projetista, usar um DSP, um microcontrolador ou um microprocessador? Justifique a escolha sugerida.**

# DSP VS Microcontrolador

Na realidade, os limites de aplicabilidade destes três componentes não são tão bem definidos como mostra o Quadro 1. Por exemplo: o projeto de um sistema embarcado que exija um complexo tratamento matemático, mesmo que não envolva o processamento digital de sinais, pode ser melhor resolvido com um DSP do que com um microcontrolador.

Em contrapartida, o projeto de um sistema de controle digital, mesmo envolvendo o processamento digital de sinais, sem grandes exigências de cálculo, pode ser melhor resolvido, com custos bem mais reduzidos, com um microcontrolador do que com um DSP.

Alguns dos principais microprocessadores disponíveis no mercado são o Pentium, fabricado pela Intel, o Athlon, fabricado pela AMD, e o Cortex, licenciado pela ARM, usados como CPUs dos atuais microcomputadores, notebooks e tablets. Para ver que outros microprocessadores são fornecidos por esses três fabricantes, visite os sites <[http://www.intel.com/?pt\\_BR\\_01](http://www.intel.com/?pt_BR_01)>, <<http://www.amd.com/br/>> e <<http://www.arm.com/>>.

Muitas empresas fabricam e distribuem microcontroladores e DSPs. Algumas delas são: a Texas Instruments, com a linha de microcontroladores de baixo consumo MSP; a Atmel, com as linhas MegaAVR e TinyAVR; e a Microchip que se destaca principalmente na distribuição de microcontroladores universalmente conhecidos por PICs (abreviatura de controladores de interfaces periféricas).

Embora de lógica de *hardware* fixa, os sistemas digitais projetados com o uso de processadores são bem mais flexíveis que os referenciados no primeiro caminho, uma vez que permitem a reprogramabilidade de suas funcionalidades por linguagens de software.

Quando se usa microcontroladores, que são como dito anteriormente, microcomputadores em um chip (já que eles incorporam uma CPU simples, pequena quantidade de memória, para programas e dados, e algumas unidades periféricas –

isso será visto com maiores detalhes em aulas próximas) a tarefa de desenvolver aplicativos e sistemas dedicados, ou seja, sistemas projetados para executar uma única e específica tarefa, fica extremamente facilitada.

Essa facilidade de desenvolver sistemas dedicados se prende ao fato de que a programação de um microcontrolador é muito simples (e bota simples nisso), são extremamente baratos (já que em um único chip já se têm unidades de memória e unidades de E/S) e por consequência de pequeno tamanho, viabilizando-os para o uso intensivo no projeto de **sistemas embarcados**.

Você sabe o que são sistemas embarcados?

Caracterizam-se como sistemas embarcados as seguintes ideias:

Segundo Peter Marwedel (da Universidade de Dortmund – Alemanha) são todos os “sistemas que processam informação, embarcados em produtos maiores”;

Já para Frank Vahid (Universidade da Califórnia – EUA) “embora difícil de definir, é qualquer sistema computacional, exceto um computador *desktop*, embutido dentro de outro dispositivo eletrônico”.

## Atividade 04

Na sua casa devem existir vários sistemas eletrônicos embarcados dentro de outros produtos maiores, não?

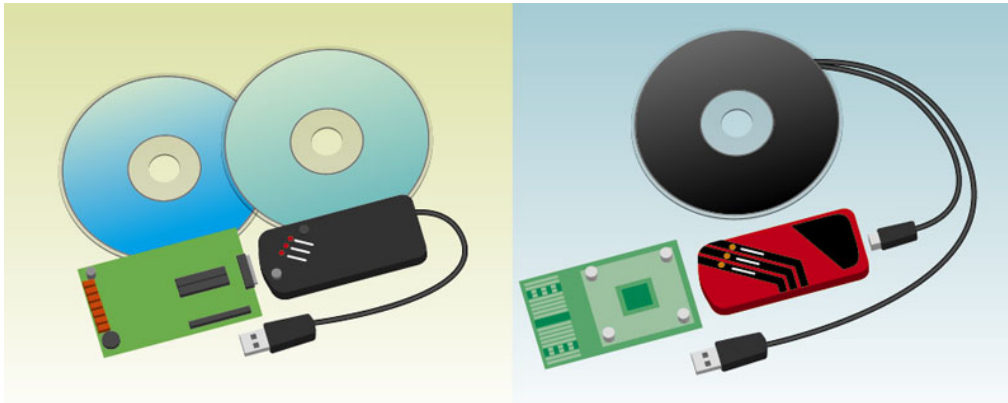
Procure identificar e relacionar alguns. Esta relação será cobrada a você na seção de perguntas. Dê sua própria definição do que considera ser um sistema embarcado. Fácil, não?

## Kit de desenvolvimento

Muitas empresas disponibilizam kits de desenvolvimento para projetos com microcontroladores bem como ambientes de programação que facilitam nossa vida. A [Microchip](#) fabricante dos PICs é uma delas.

Veja na Figura 6 os kits de desenvolvimento PICkit 2 e PICkit 3 para projetos com microcontroladores da Microchip. O PICkit 3 será um dos kits usados em nossas aulas práticas.

**Figura 06** - kits de desenvolvimento PICkit 2 e PICkit3 para projeto com microcontroladores fabricados pela Microchip



Fonte: <http://www.microchip.com/> Acesso em: 19 mar. 2012.

Nosso trabalho será apenas de escrever softwares aplicativos, testar suas funcionalidades, gravar e esperar que funcionem. Se bem escritos, sempre funcionam.

O ambiente de desenvolvimento de software fornecido pela Microchip se chama MPLAB® IDE (IDE é a abreviatura de Integrated Development Environment (Ambiente Integrado de desenvolvimento)). As linguagens de programação usadas para desenvolvimentos de aplicativos no MPLAB IDE são o *assembly* ou o C. Caso queira já ir se antecipando, na internet, existem muitos sites com informações básicas sobre a linguagem *assembly* e C para PICs. Para ter acesso a essas informações, faça uma pesquisa no Google com as palavras chaves *assembly* ou C, PIC 16F ou 18F.

Você aprendeu a projetar em linguagem C? Sim?

Ótimo, esta poderá ser sua linguagem de programação para desenvolvimento de projetos com microcontroladores.

Não? Não se apavore.

Iniciaremos programando com *assembly*, depois passaremos a programar com C e você terá todas as dicas necessárias para desenvolver seus aplicativos nessas duas linguagens, ou seja, a que está mais próxima do microprocessador, que é o *assembly*, e a outra que é de mais alto nível, que é o C.

## Atividade 05

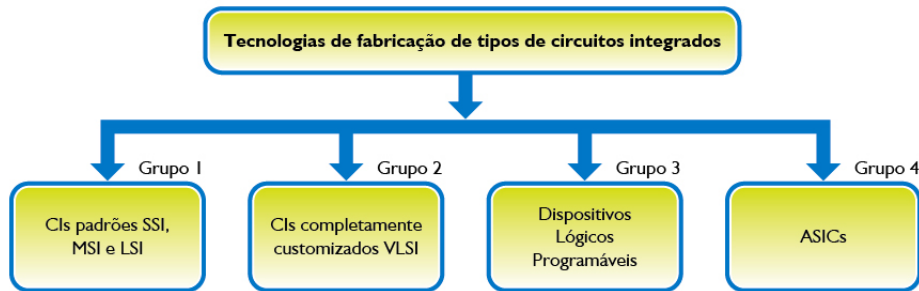
- 1. Em que grupo de aplicação se enquadram os microcomputadores com microprocessadores Pentium?**
- 2. O que você entende por sistema programável?**
- 3. Quais as linguagens de programação que você conhece? Qual poderia ser usada para programar um sistema a microcontrolador?**

## Tecnologias de Projeto

Toda a visão de tecnologias de projeto e de fabricação de circuitos digitais pode ser sintetizada na Figura 7./p>

Um projeto pode ser desenvolvido usando qualquer dessas tecnologias bem como, o que é mais comum, pode ser desenvolvido usando mais de uma delas, ou todas. Pode-se migrar de uma para outra também. Nada é proibitivo

**Figura 07** - tecnologias de fabricação de circuitos integrados por modalidade de desenvolvimento de projeto



No grupo 2 é que se encontram os microprocessadores, microcontroladores, DSPs, dispositivos de memória RAM (*Random Access Memory* – memórias de acesso aleatório, nas quais é possível fazer a leitura e a escrita de dados), dispositivos de memória ROM (*Read Only memory* – memórias apenas de leitura) e *chipsets*. O termo *chipset* (conjunto de *chips*) é usado para designar dispositivos que incorporam diversas funcionalidades de transferência de dados ou de entrada e saída de dados, anteriormente à miniaturização dos *chips*, próprias de vários dispositivos isolados. Daí a designação de conjunto de *chips*.

Nas placas mãe dos microcomputadores atuais (início de 2012) existem dois chipsets os quais recebem o nome de ponte norte e ponte sul. A ponte sul faz o interfaceamento do microcomputador com periféricos lentos como os acessíveis pelo barramento USB e a ponte norte com periféricos que necessitam de maior velocidade como os de tratamento de vídeo.

Para não nos estender muito nesta aula, a encerraremos por aqui. Na próxima aula voltaremos a tratar sob a organização e a arquitetura de microprocessadores e microcontroladores.

Responda a atividade a seguir e logo depois responda a autoavaliação para verificar se realmente você compreendeu todos os objetivos colocados para esta aula foram alcançados.



## Atividade 06

- 1. Para que servem as unidades de memória presentes nos sistemas programáveis a microprocessador, microcontrolador ou DSP?**
- 2. Faça um resumo do que você entende o que sejam microcomputadores, microprocessadores, microcontroladores e DSPs.**
- 3. Apresente pelo menos três linhas de projeto que você acha que sejam adequadas para serem implementados com microcontroladores.**

# Resumo

Chegamos ao final desta aula. O que você achou? Nela você reviu conceitos de sinais analógicos e digitais, aprendeu o que é tecnologia. Viu também quais os caminhos para se desenvolver projetos de circuitos e sistemas digitais usando componentes padrões, processadores e/ou dispositivos reconfiguráveis de hardware. Foram repassadas informações sobre a organização de um computador e, complementando, obteve informações sobre o que são microprocessadores e microcontroladores e em que áreas melhor se aplicam.

## Autoavaliação

- 1. A partir do que estudou como você define tecnologia? Quais as tecnologias usadas na fabricação de componentes eletrônicos digitais?**
- 2. Caracterize os quatro caminhos que hoje norteiam o projeto e a implementação de sistemas digitais.**
- 3. Quais as diferenças de um sistema digital programável por uma linguagem de software de um sistema digital configurável por uma linguagem de descrição de hardware?**
- 4. Defina, considerando o número de portas presentes, de que nível de escala de integração é um determinado circuito integrado.**
- 5. Explique o que entende que seja um computador e defina quais seus blocos construtivos básicos.**

# Referências

GROUT, Ion. **Digital Systems Design with FPGAs and CPLDs**. Oxford: Elsevier Ltd, 2008.

NAVABI, Zainalabedin. **Digital Design and Implementtion with Field Programable Devices**. Norwell, Massachusetts: Kluwer Academic Publishers, 2005.

STALLINGS, William. **Arquitetura e organização de computadores**. São Paulo: Prentice Hall, 2002.

VAHID, Frank. **Digital design**. Hoboken: John Wiley, 2007.