

Mini Curso MSP 430

▶ Ministrantes:

- ▶ Danilo de Santana Pena;
- ▶ José Lenival Gomes de França;
- ▶ Leonardo Duarte de Albuquerque.

▶ Tópicos a serem abordados:

- ▶ Arquitetura e Programação;
- ▶ Digital Inputs e Outputs;
- ▶ Basic Clock Module;
- ▶ Manipulação de Interrupções e Timer;
- ▶ Conversor A/D.



Mini Curso MSP 430

- ▶ **Forma de Abordagem:**
 - ▶ Aulas expositivas;
 - ▶ Implementações práticas*.
- ▶ **Tempo previsto:**
 - ▶ 5 aulas de 3h cada, totalizando 15h*.
- ▶ **Material a ser Disponível:**
 - ▶ Slides das aulas;
 - ▶ Kit LaunchPad MSP430 TI.



UFRN – Universidade Federal do Rio Grande do Norte

DEE – Departamento de Engenharia Elétrica

DCO – Departamento de Comunicações

MSP430

Programação em C

Aula 1 - Arquitetura e Programação



Ministrantes: Danilo de Santana Pena;

José Lenival Gomes de França;

Leonardo Duarte de Albuquerque.

Conteúdo da Apresentação

- ✓ Entendimentos Básicos;
- ✓ Microcontroladores;
- ✓ Arquitetura do MSP 430;
- ✓ Linguagem C para o MSP430;
- ✓ Ambiente de Programação;
- ✓ Apresentação do Kit;



Conteúdo da Apresentação

- ✓ Entendimentos Básicos;
- ✓ Microcontroladores;
- ✓ Arquitetura do MSP 430;
- ✓ Linguagem C para o MSP430;
- ✓ Ambiente de Programação;
- ✓ Apresentação do Kit;



Entendimentos Básicos



- ▶ **Computador**
 - ▶ Máquina que lê dados, executa operações e fornece resultados.
- ▶ **Microcomputador**
 - ▶ É qualquer sistema computacional que possua como unidade central de processamento um microprocessador.
- ▶ **Microprocessador**
 - ▶ Qualquer componente que implemente “on chip” as funções de uma unidade central de processamento.

Entendimentos Básicos



- ▶ **Microcontrolador**

- ▶ É um computador em um chip.
 - ▶ Aplicação: Sistemas Embarcados.

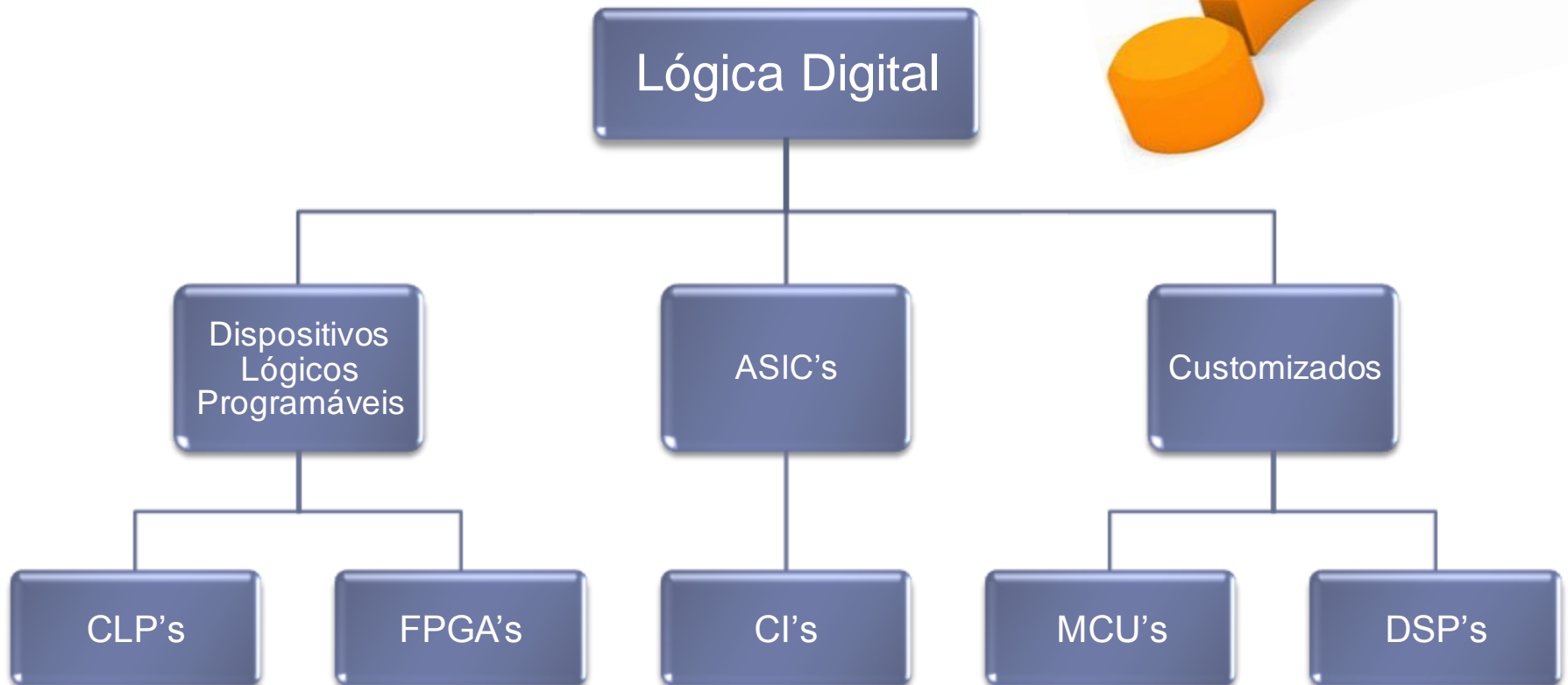
- ▶ **DSP**

- ▶ É qualquer microcontrolador que adicione funções avançadas para condicionamento e processamento digital de sinais.
 - ▶ Aplicação: Processamento Digital de Sinais.

- ▶ **CLP**

- ▶ Controladores Lógicos Programáveis.
 - ▶ Aplicação: Controle de equipamentos Industriais.

Entendimentos Básicos



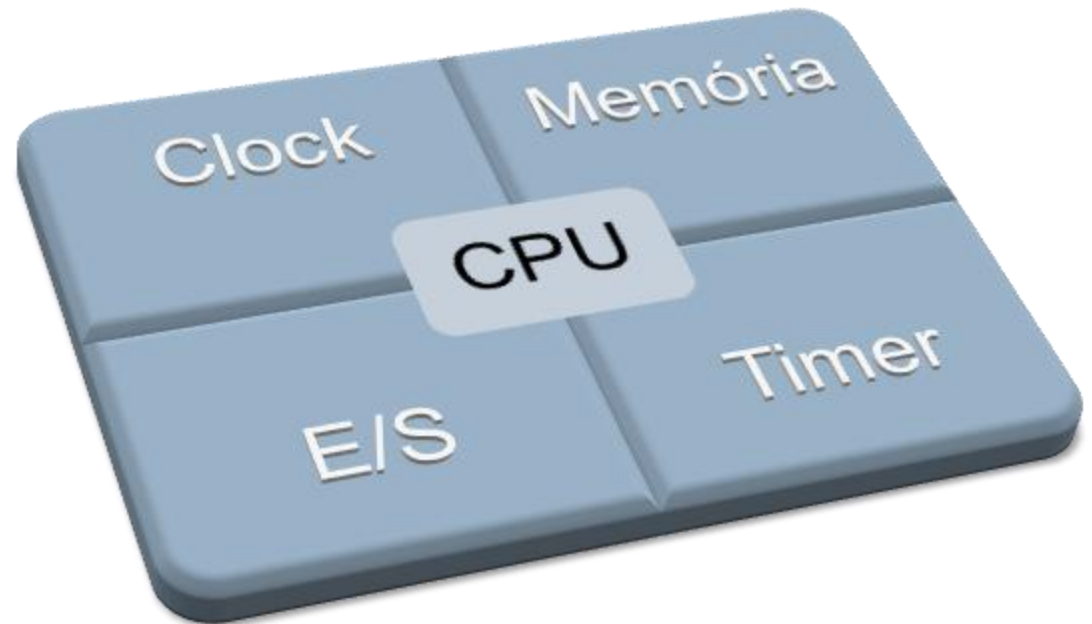
Conteúdo da Apresentação

- ✓ Entendimentos Básicos;
- ✓ Microcontroladores;
- ✓ Arquitetura do MSP 430;
- ✓ Apresentação do Kit;
- ✓ Ambiente de Programação;
- ✓ Linguagem C para o MSP430.



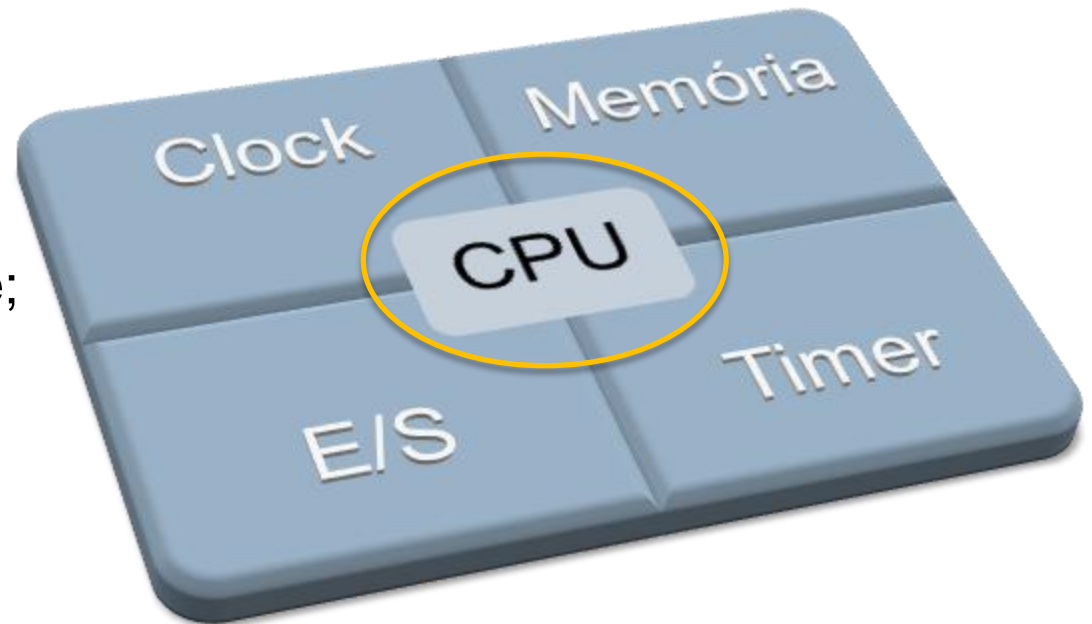
Microcontroladores

- ▶ Microcontrolador: Computador em um chip!!!



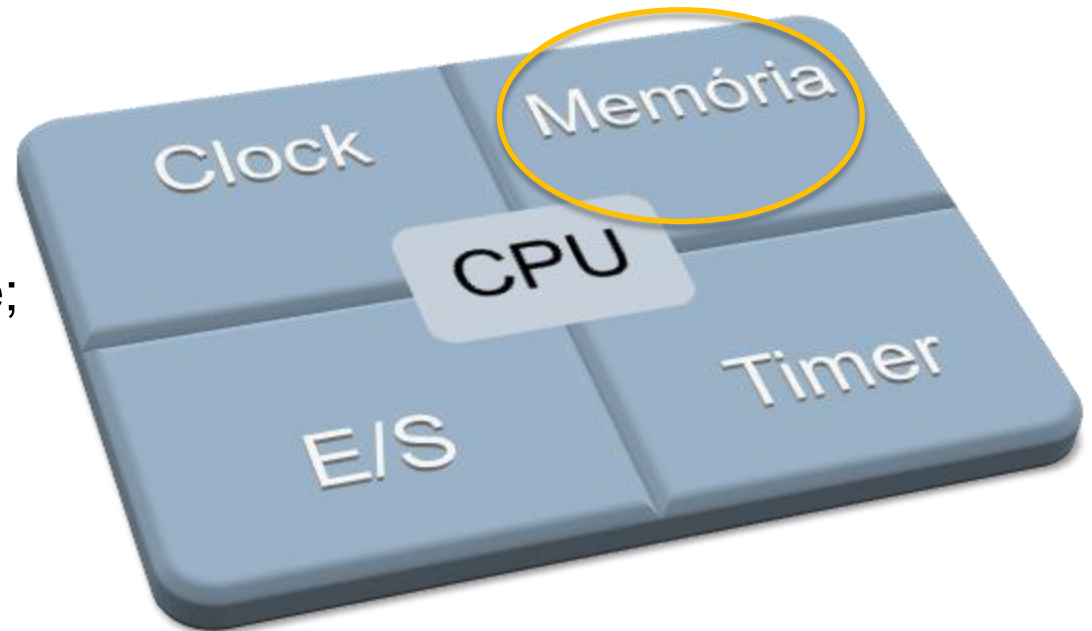
Microcontroladores

- ▶ Microcontrolador: Computador em um chip!!!
 - ▶ Unidade Central de Processamento:
 - ▶ ULA;
 - ▶ Unidade de Controle;
 - ▶ Registradores.



Microcontroladores

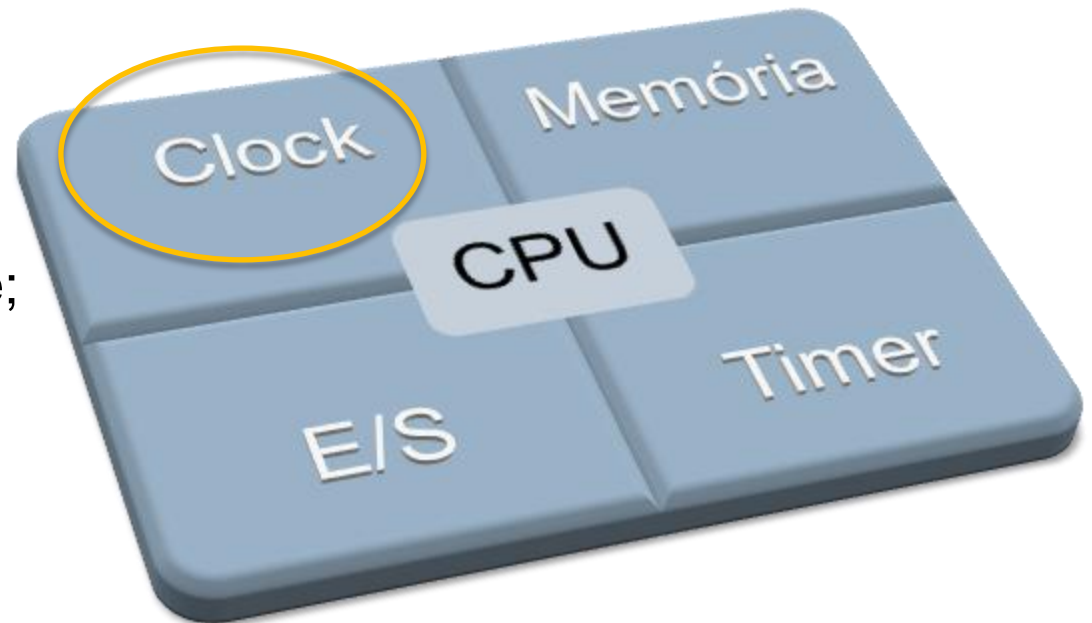
- ▶ Microcontrolador: Computador em um chip!!!
 - ▶ Unidade Central de Processamento:
 - ▶ ULA;
 - ▶ Unidade de Controle;
 - ▶ Registradores.
 - ▶ Memória;



Microcontroladores

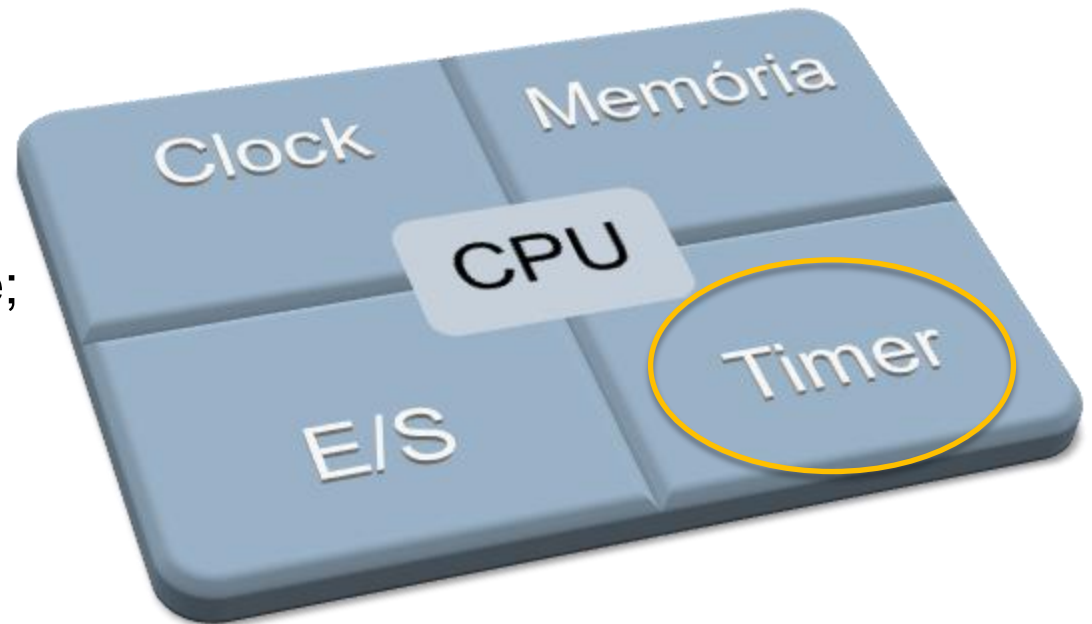
- ▶ Microcontrolador: Computador em um chip!!!

- ▶ Unidade Central de Processamento:
 - ▶ ULA;
 - ▶ Unidade de Controle;
 - ▶ Registradores.
- ▶ Memória;
- ▶ Clock;



Microcontroladores

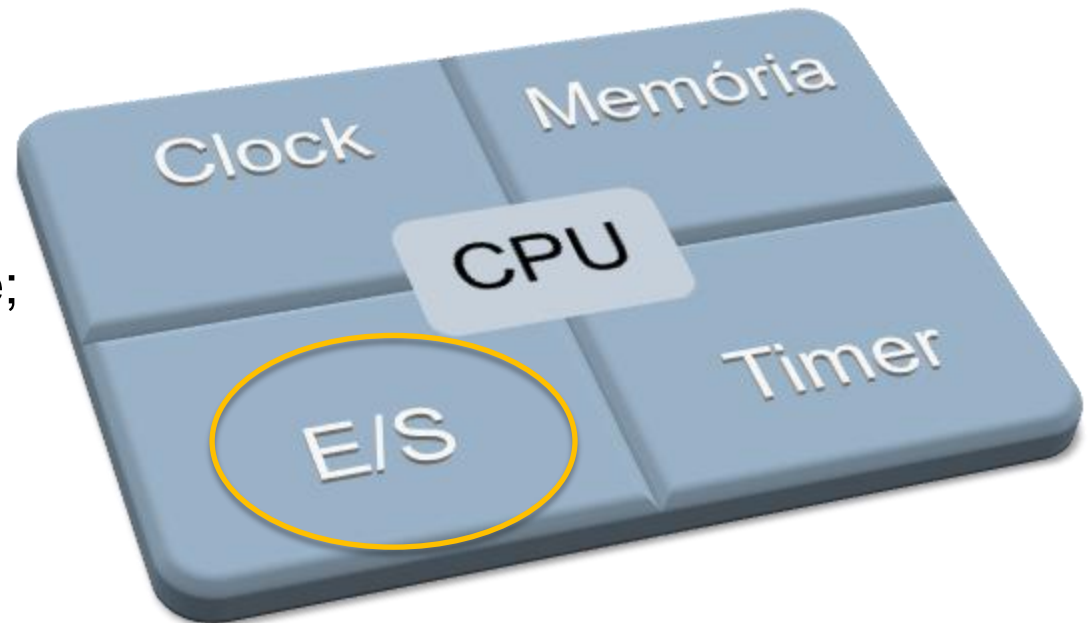
- ▶ Microcontrolador: Computador em um chip!!!
 - ▶ Unidade Central de Processamento:
 - ▶ ULA;
 - ▶ Unidade de Controle;
 - ▶ Registradores.
 - ▶ Memória;
 - ▶ Clock;
 - ▶ Timer;



Microcontroladores

▶ Microcontrolador: Computador em um chip!!!

- ▶ Unidade Central de Processamento:
 - ▶ ULA;
 - ▶ Unidade de Controle;
 - ▶ Registradores.
- ▶ Memória;
- ▶ Clock;
- ▶ Timer;
- ▶ Interface E/S.



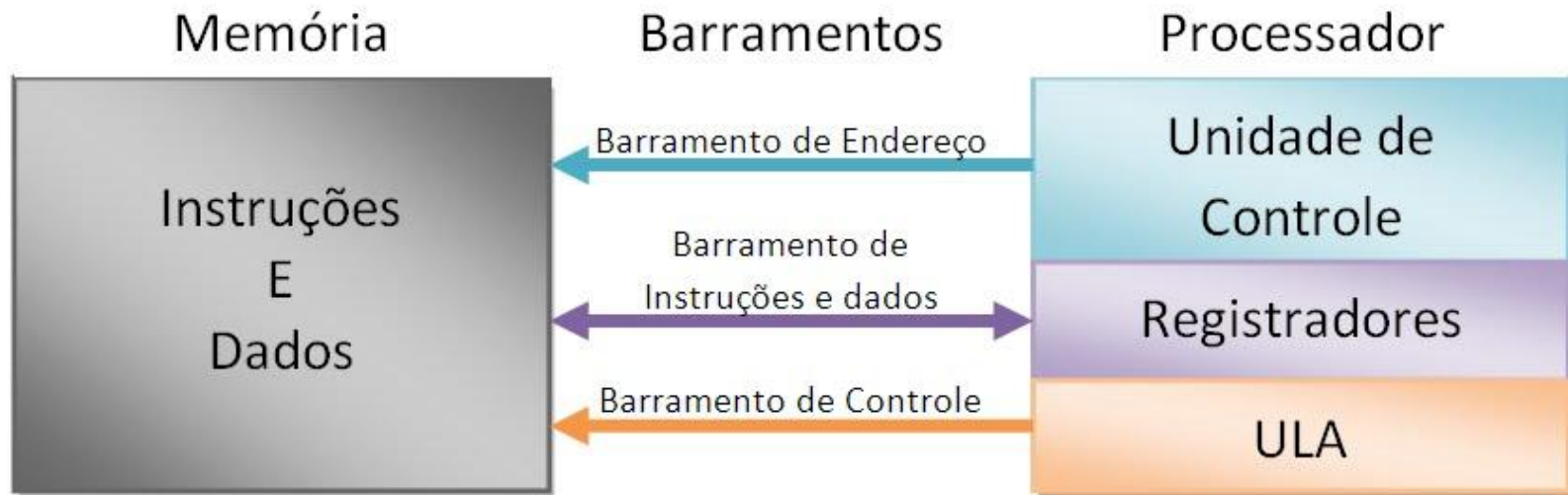
Microcontroladores



- ▶ Topologias dos Computadores
 - ▶ Quanto ao Gerenciamento de Memória;
 - ▶ Quanto ao número de instruções.

Microcontroladores

- ▶ Quanto ao Gerenciamento de Memória:
- ▶ Von-Neumann:
 - ▶ Mesmo espaço de memória para Instruções e Dados.



Microcontroladores

- ▶ Quanto ao Gerenciamento de Memória:
- ▶ Harvard:
 - ▶ Separação da memória de Instrução e Dados.



Microcontroladores

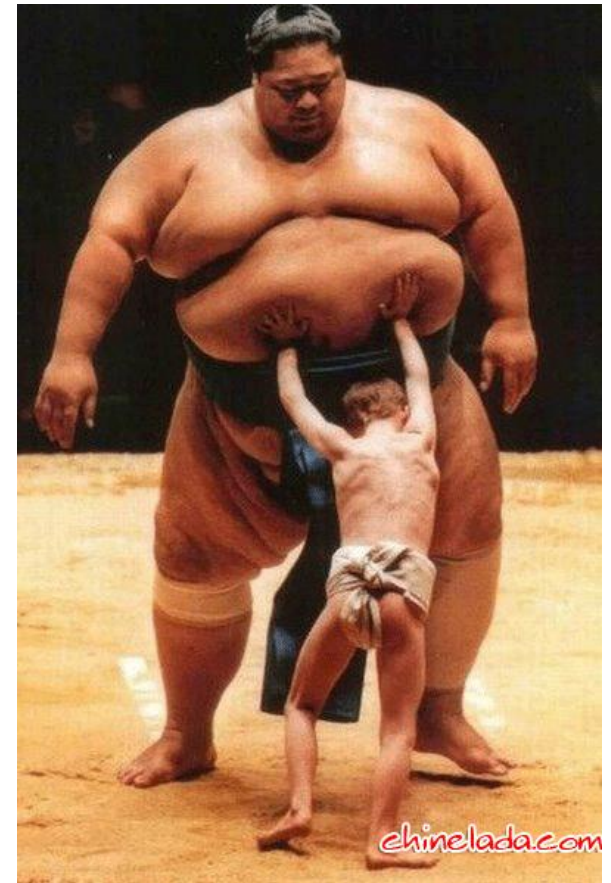
▶ Quanto a Quantidade de Instruções:

▶ CISC:

- ▶ Complex Instruction Set Computer.
 - ▶ Ex: PC's.

▶ RISC:

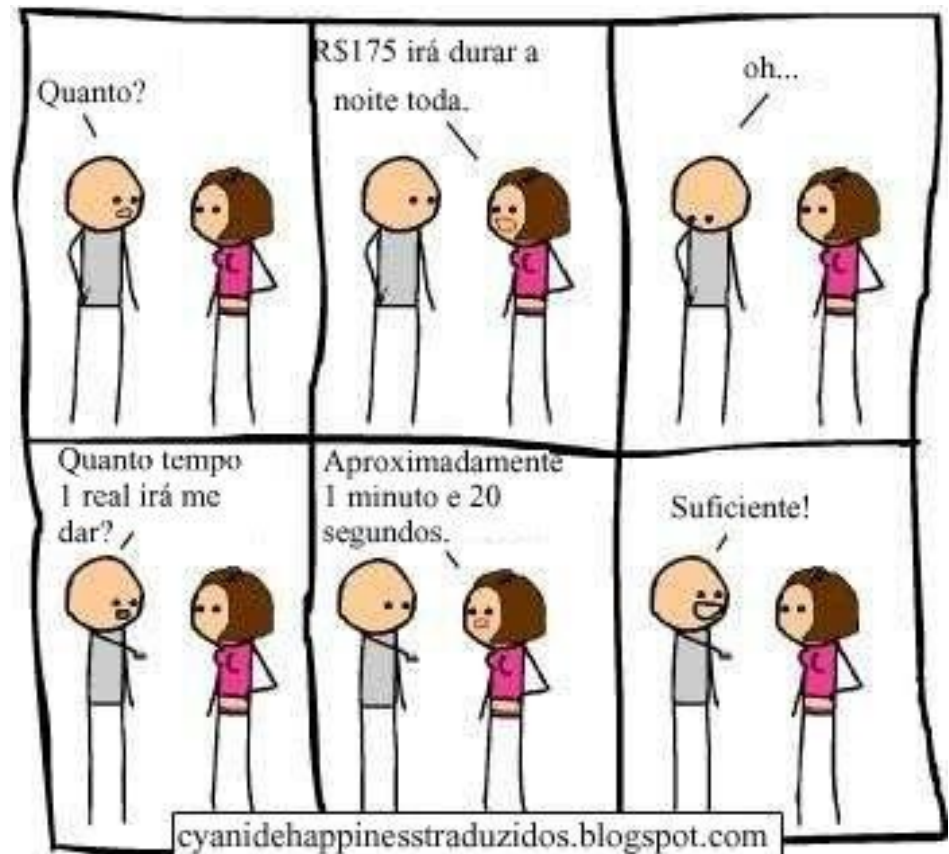
- ▶ Reduced Instruction Set Computer.
 - ▶ Ex: Microcontroladores.



Microcontroladores

► Escolha do Microcontrolador

- Arquitetura;
- Consumo;
- Periféricos;
- Flexibilidade;
- Tamanho;
- Custo.



Microcontroladores

- ▶ Motivação para o estudo de Microcontroladores
 - ▶ Participação dos sistemas embarcados no preço dos produtos no mercado Europeu:

Industry domains	2003	2009
Automotive	52%	56%
Avionics/ Aerospace	52%	54%
Industrial Automation	43%	48%
Telecommunications	56%	58%
Consumer Electronics and Intelligent Homes	60%	62%
Health and Medical Equipment	50%	52%
Weighted average	51%	53%



Fonte: *Study of Worldwide Trends and R&D Programmes in Embedded Systems Introduction.*

Microcontroladores

► Aplicações:

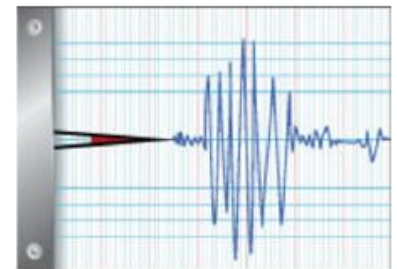
www.ti.com/430medical



www.ti.com/430metering



www.ti.com/fram



www.ti.com/motorcontrol



www.ti.com/energyharvesting



www.ti.com/430security



www.ti.com/capacitivetouch



www.ti.com/chronos



www.ti.com/430wireless



...

Microcontroladores



Desvantagens

Vantagens

Performance

Expansão

Flexibilidade

Custo

Consumo

Dimensões

Flexibilidade

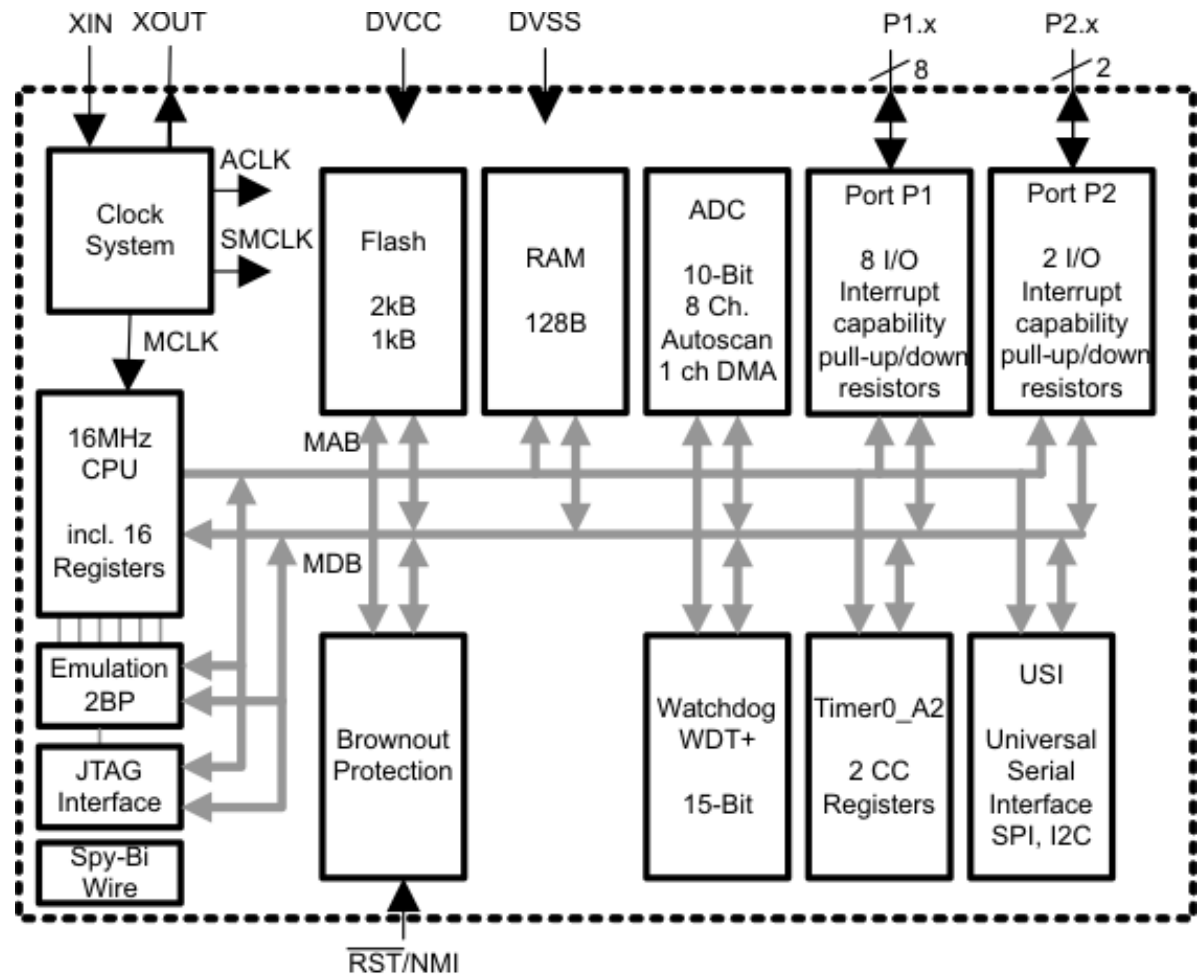
Conteúdo da Apresentação

- ✓ Entendimentos Básicos;
- ✓ Microcontroladores;
- ✓ Arquitetura do MSP 430;
- ✓ Linguagem C para o MSP430;
- ✓ Ambiente de Programação;
- ✓ Apresentação do Kit;



Arquitetura do MSP 430

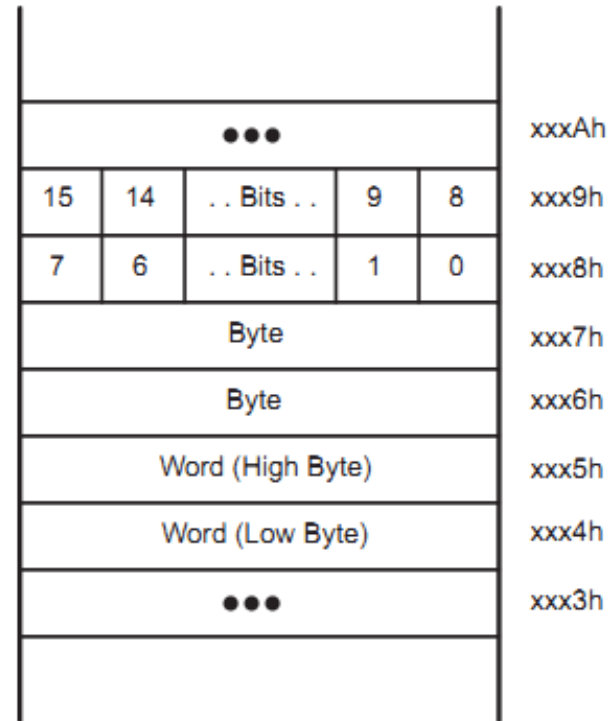
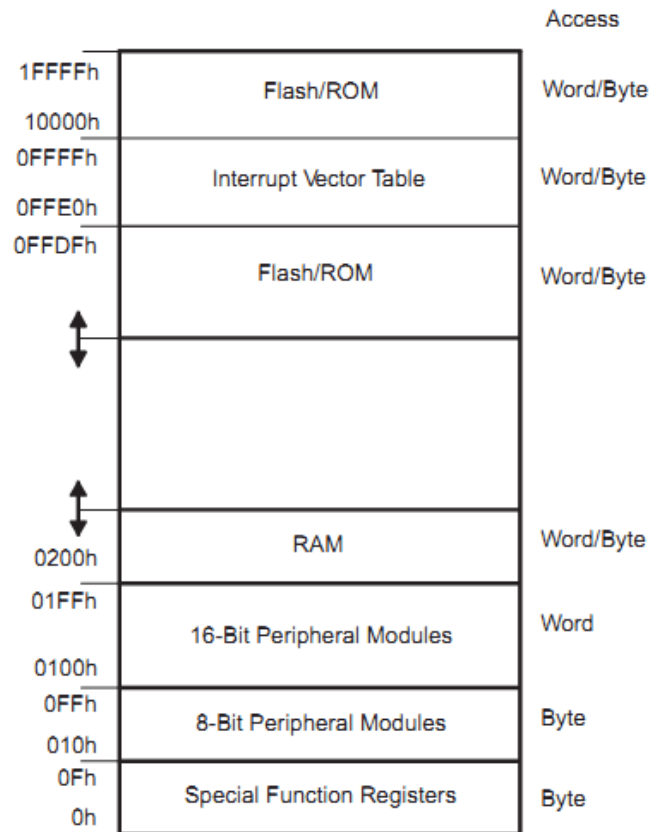
- ▶ Diagrama em Blocos do MSP430G2231



Note: Memory sizes, supported peripherals, and ports may differ depending on the device.

Arquitetura do MSP 430

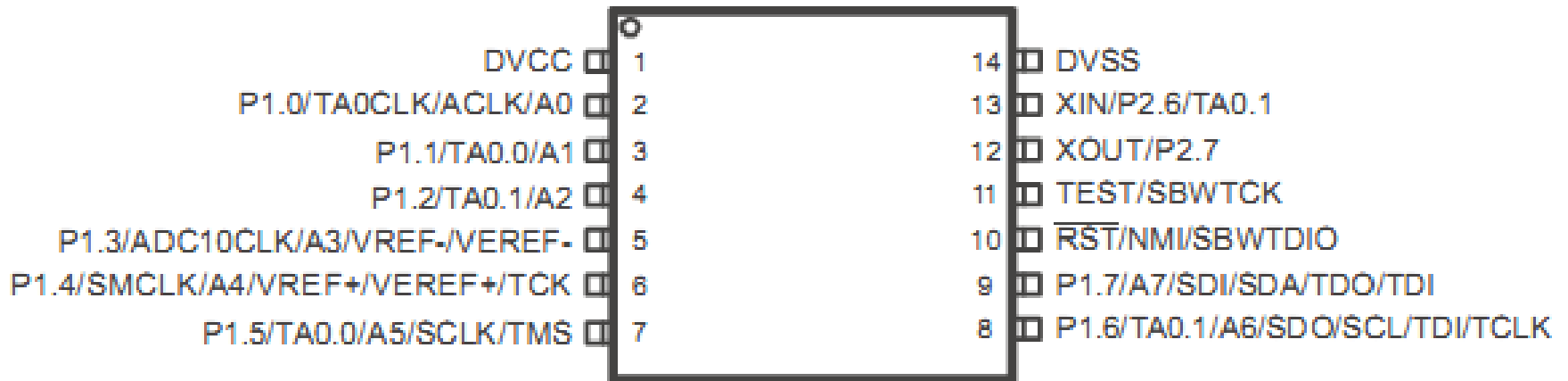
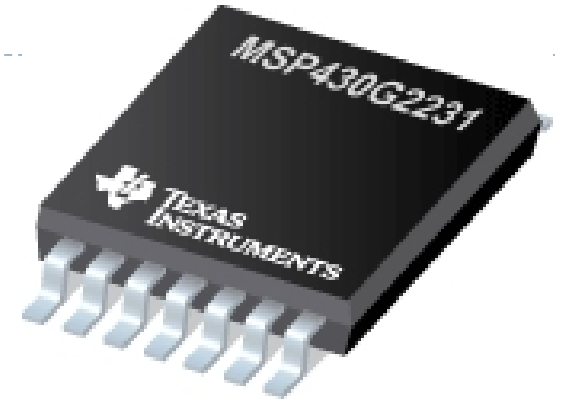
► Organização da Memória



Arquitetura do MSP 430

► Device Pinout

► Modelo: MSP430G2231



Arquitetura do MSP 430

- ▶ Características da família MSP 430 da Texas Instruments® :
 - ▶ Possui CPU RISC de 16 Bits;
 - ▶ Otimizado para baixa potência e versatilidade;
 - ▶ Arquitetura Moderna de simples programação;
 - ▶ Alta otimização do código, desenvolvido para linguagem C;
 - ▶ Rica linha de periféricos e combinações destes;
 - ▶ Mais de 25 tipos de encapsulamentos.

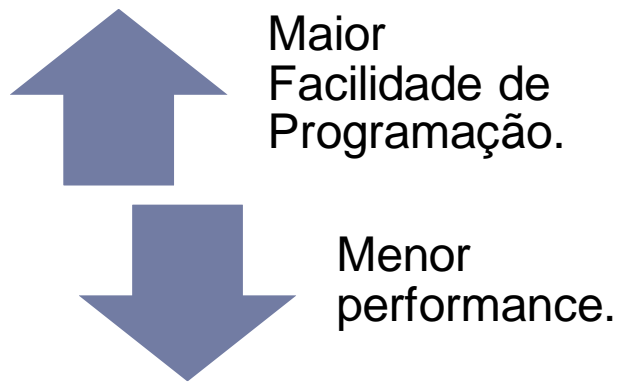
Conteúdo da Apresentação

- ✓ Entendimentos Básicos;
- ✓ Microcontroladores;
- ✓ Arquitetura do MSP 430;
- ✓ Linguagem C para o MSP430;
- ✓ Ambiente de Programação;
- ✓ Apresentação do Kit;

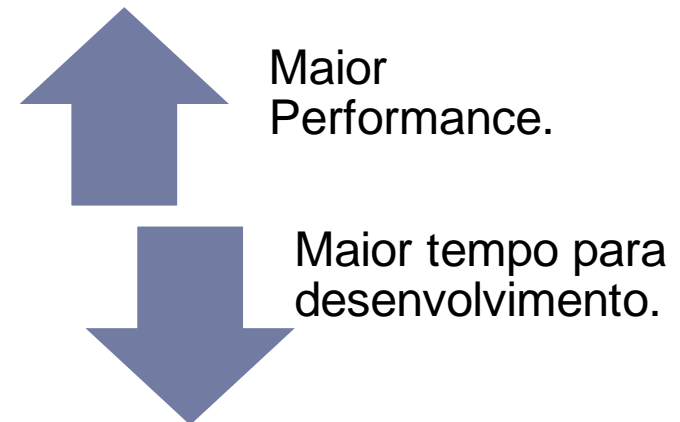


Linguagem C para o MSP 430

► Programação em Alto Nível



► Programação em Baixo Nível



- Programação em Assembly;
- Programação em C.

Linguagem C para o MSP 430

- ▶ Programação em Assembly
 - ▶ Linguagem de mais baixo nível, composta basicamente pelas instruções da máquina;
 - ▶ Alta performance* e controle total do andamento do programa;
 - ▶ Maior tempo para desenvolvimento de uma solução;
 - ▶ Curva de aprendizagem mais lenta.

Linguagem C para o MSP 430

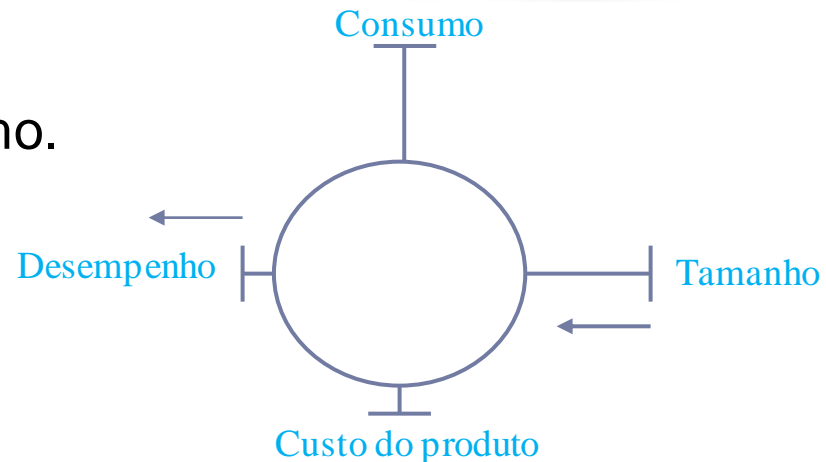
▶ Programação em C

- ▶ Pode utilizar desde baixo nível, até um grau um pouco maior de abstração;
- ▶ Boa performance;
- ▶ Menor tempo para desenvolvimento de uma solução;
- ▶ Curva de aprendizagem mais rápida.

Linguagem C para o MSP 430

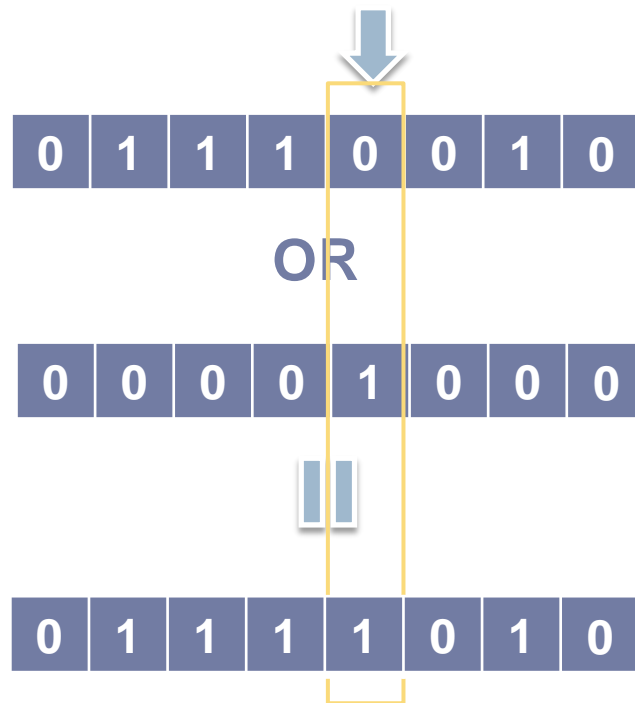
▶ Programação de Microcontroladores

- ▶ Limitação de Hardware:
 - ▶ Tamanho das variáveis;
 - ▶ Tempo de execução dos programas.
- ▶ Linguagem “orientada a registros”:
 - ▶ Configurações do Hardware;
 - ▶ Forma de Implementar o Algoritmo.
- ▶ Estudo da Aplicação:
 - ▶ Requisitos do Sistema;
 - ▶ Consumo de Energia.



Linguagem C para o MSP 430

► Configuração de Registros



"Registro" = *"Registro"* OR *"00001000"*;

"Registro" = *"Registro"* | *"00001000"*;

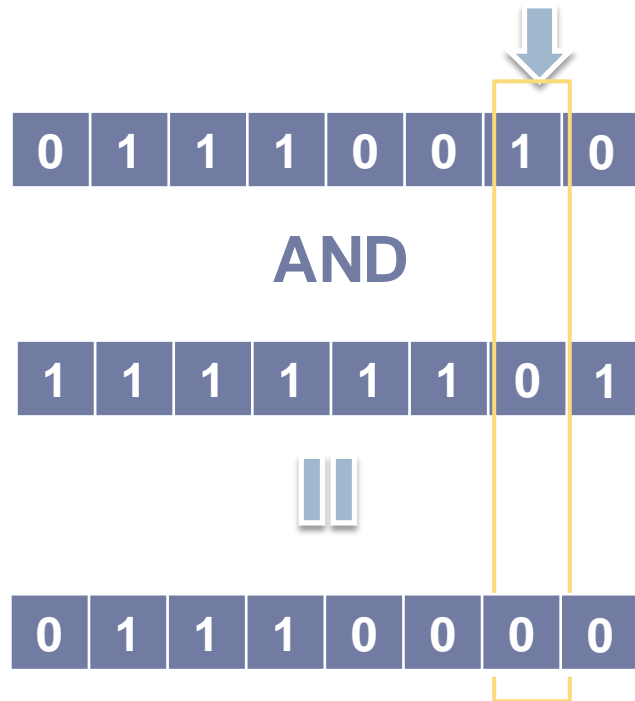
"Registro" |= *"00001000"*;

Temos: *00001000* = BIT3

"Registro" |= BIT3;

Linguagem C para o MSP 430

► Configuração de Registros



"Registro" = *"Registro"* AND *"11111101"*;

"Registro" = *"Registro"* & *"11111101"*;

"Registro" &= *"11111101"*;

Temos: *00000010* = BIT2

11111101 = ~BIT2

"Registro" &= ~BIT2;

Linguagem C para o MSP 430

► Configuração de Registros



Setar mais de uma Flag

► “Registro” |= BIT7 + BIT2;

Chavear uma Flag



► “Registro” &= ~(BIT5 + BIT2);

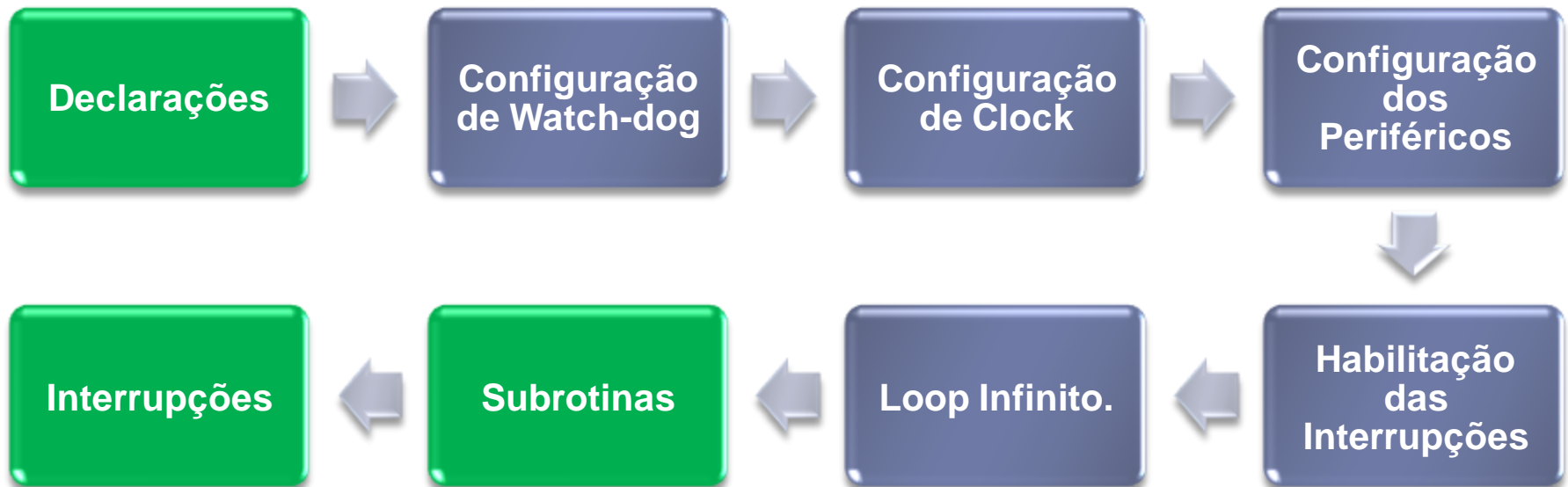


► “Registro” ^= BIT6;

Resetar mais de uma Flag

Linguagem C para o MSP 430

► Seqüência para Programação:



Obs.: Blocos em azul inseridos dentro da função “main()”.

Conteúdo da Apresentação

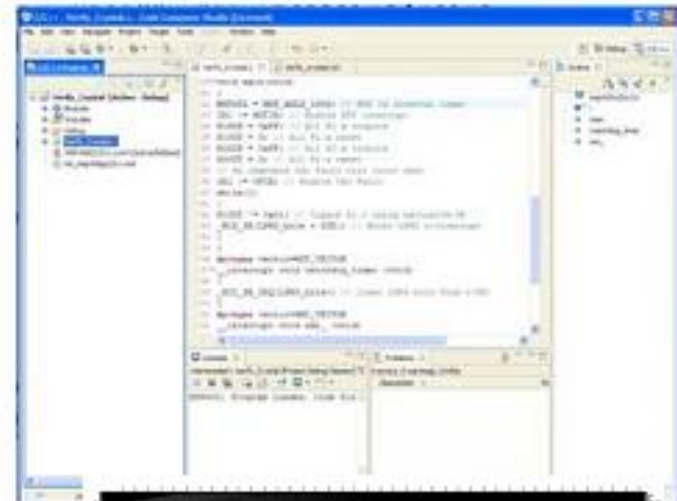
- ✓ Entendimentos Básicos;
- ✓ Microcontroladores;
- ✓ Arquitetura do MSP 430;
- ✓ Linguagem C para o MSP430;
- ✓ Ambiente de Programação;
- ✓ Apresentação do Kit;



Ambiente de Programação

► Coder Composer Studio:

- ◆ **Code Composer Studio v4.1:**
A single development platform for all TI processors
- ◆ **Enhancements:**
 - Speed
 - Code size improvements
 - Auto-updating
 - License manager
 - Support for all TI MCUs
- ◆ Only **\$495** for MCU license
- ◆ **FREE** 16KB-limited edition



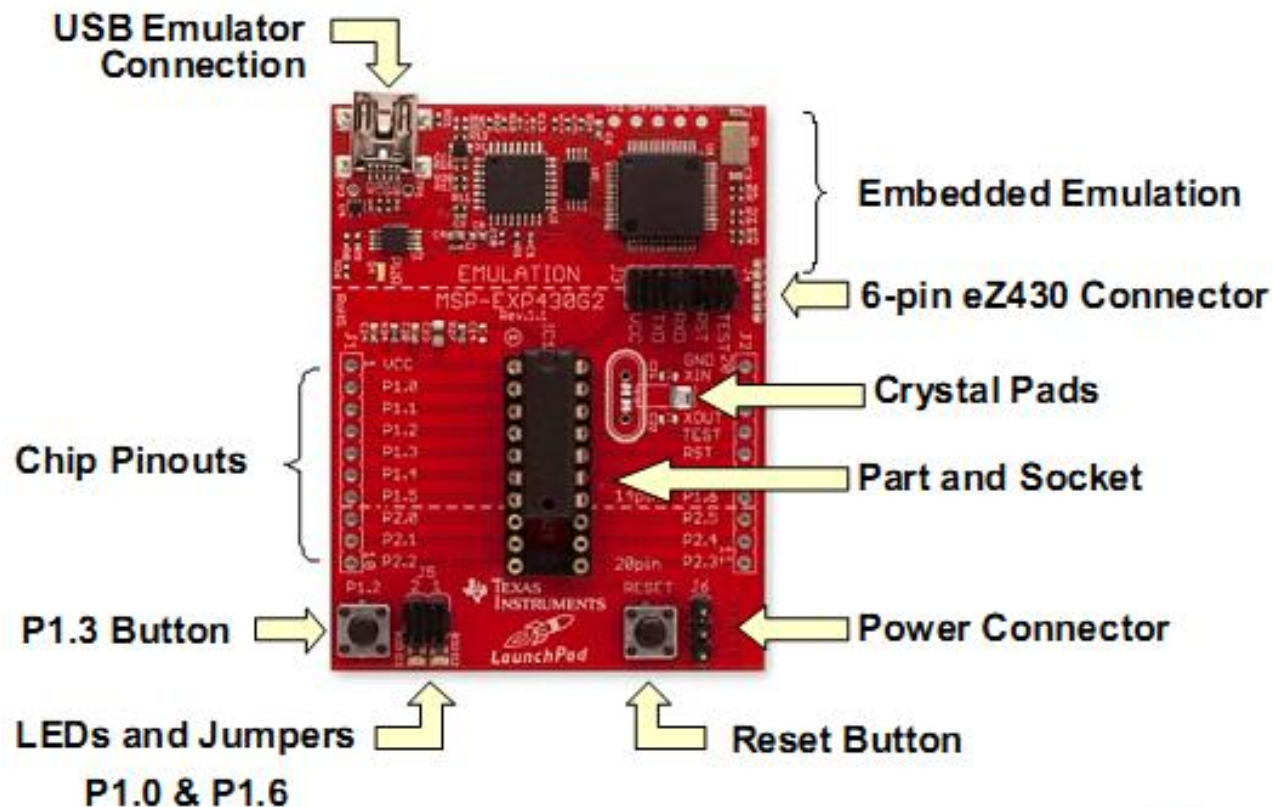
Conteúdo da Apresentação

- ✓ Entendimentos Básicos;
- ✓ Microcontroladores;
- ✓ Arquitetura do MSP 430;
- ✓ Linguagem C para o MSP430;
- ✓ Ambiente de Programação;
- ✓ Apresentação do Kit;



Apresentação do Kit

► Launch Pad development Board:



lah

Obrigado pela Atenção!!!

“- Esquerda, direita, esquerda, direita.. Acabou, acabou , acabou!!! É do Brasil!!!”

Galvão Bueno narrando MMA.