

## Microcontroladores revisão e conceitos

Stéfany Mazon RA: 13.03869-9

Thales Pizzotti Costi RA: 13.00946-0

### 1) A. O que é um sistema de repositório de software, e como ele é utilizado (git, svn, mercurium)?

Repositório de software pode ser entendido como um mecanismo de controle de versão e hospedagem de projetos ou até bibliotecas. Com ele o usuário consegue gerenciar seu código, comparar as modificações efetuadas e até retornar para versões anteriores.

Para isso, deve-se cadastrar no GitHub e a partir daí, criar seu próprio repositório, hospedar seus arquivos, podendo compartilhá-los com outros usuários. Para utilizá-lo o usuário pode gerenciar seus repositórios por meio de linhas de comando ou até mesmo por interface GUI.

### B. Quais são os principais fabricantes de microcontroladores

Os principais fabricantes de microcontroladores estão apresentados nas tabelas a seguir:

Fabricante	Internet	Barramento	Família	Arquitetura	Núcleo	IDE
Analog Device	www.analog.com	8-bits	ADUC8xxx	CISC	8051	-
		32-bits	ADUC7xxx	RISC	ARM7	-
Atmel	www.atmel.com	8-bits	AT89xxx	CISC	8051	independent programs
		8-bits	AVR	RISC	-	AVR studio
		32-bits	AVR32	RISC	-	-
		32-bits	AT91xxx	RISC	ARM7/9	-
Cirrus Logic	www.cirrus.com	32-bits	EP73xxx	RISC	ARM7	-
		32-bits	EP93xxx	RISC	ARM9	-
Cygnal	www.silabs.com	8-bits	C8051F	CISC	8051	-
Freescale (ex. Motorola)	www.freescale.com	8-bits	HC05	CISC	6800	-
		8-bits	HC08	CISC	6809	Code Warrior
		8-bits	HC11	CISC	6809	-
		16-bits	HC12	CISC	-	-
		16-bits	HCS12	CISC	-	Code Warrior
		16-bits	HC16	CISC	-	-
		16-bits	56800	CISC	-	-
		32-bits	68K	CISC	68000	-
		32-bits	ColdFire	CISC	-	-
Fujitsu	www.fujitsu.com	32-bits	MAC7100	RISC	ARM7	-
		8-bits	F2MC-8	CISC	-	-
		16-bits	F2MC-16	CISC	-	-
Infineon	www.infineon.com	32-bits	TR	RISC	-	-
		8-bits	C5xxx, C8xxx	CISC	8051	-
		16-bits	C16xxx	CISC	-	-
		16-bits	XC16xxx	CISC	-	-
Intel	www.intel.com	32-bits	TCxxx	CISC	-	-
		8-bits	MCS251	CISC	8051	-
		16-bits	MCS96/296	CISC	-	-
Maxim (Dallas)	www.maxim-ic.com	8-bits	DS80Cxxx	CISC	8051	-
		8-bits	DS83Cxxx	CISC	8051	-
		8-bits	DS89Cxxx	CISC	8051	-
		16-bits	MAXQ	RISC	-	-
Microchip	www.microchip.com	8-bits	PIC-10,12,16,18	RISC	-	MPLAB
		16-bits	dsPIC	RISC	-	MPLAB

Fabricante	Internet	Barramento	Família	Arquitetura	Núcleo	IDE
NS	www.national.com	8-bits	COP8xxx	CISC	-	Webench
		16-bits	CR16Cxxx	CISC	-	-
		16-bits	CP3000	RISC	-	-
Philips	www.semiconductors.philips.com	8-bits	P8xxx	CISC	8051	-
		16-bits	Xxxxx	CISC	-	-
		32-bits	IPC2000	RISC	ARM7	-
Rabbit Semiconductor	www.rabbitsemi-conductor.com	8-bits	Rabbit2000	CISC	-	-
		8-bits	Rabbit3000	CISC	-	-
Renesas	www.renesas.com	8-bits	740	CISC	-	-
		16-bits	H8	CISC	-	HEW
		16-bits	H8S	CISC	-	HEW
		16-bits	M16C	CISC	-	-
		16-bits	7700	CISC	-	-
		32-bits	H8SX	CISC	-	-
		32-bits	Super H	CISC	-	HEW
ST	www.stm.com	8-bits	ST5	CISC	-	Visual FIVE
		8-bits	ST6	CISC	-	-
		8-bits	ST7	CISC	-	STVD-7
		8-bits	ST9	CISC	-	STVD-9
		16-bits	ST9	CISC	-	STVD-9
		16-bits	ST10	CISC	-	-
		32-bits	ARM7	RISC	ARM7	-
Texas Instruments	www.ti.com	8-bits	MSCT2xxx	CISC	8051	-
		16-bits	MSP430	CISC	-	Eclipse
		32-bits	TMS470	RISC	ARM7	-
Toshiba	chips.toshiba.com	8-bits	870	CISC	-	-
		16-bits	900/900H	CISC	-	-
		32-bits	900/900H	CISC	-	-
Ubitom (ex.Scenbx)	www.ubicom.com	8-bits	SXxx	RISC	-	-
Zilog	www.zilog.com	8-bits	Z8xxx	CISC	Z80	-
		8-bits	Z8Encore-I	CISC	Z80	-
		8-bits	eZ80Adclom	CISC	Z80	-

### C. Quais os principais periféricos de um uC, descreva uma aplicação e a utilização dos periféricos

Os principais periféricos internos de um microcontrolador são:

Uarts, Usart, controladores de comunicação, pwm, controladores de lcd, geradores de alta potência, controladores ethernet, codificadores para criptografia, timers, detectores de falha de alimentação, portas digitais, osciladores, RTCC(Real Time Clock and Calendar), Watch Dog Timer entre outros.

Como exemplo de aplicação podemos citar o Watch Dog timer que tem um sistema de reinicialização do uC, amplamente utilizado contra bugs de sistema. Para isso, o Watch Dog tem um clock independente, que reseta o uC em casos de overlooping.

### D. O que é bigedian elittle endian (Endianness)

Endianess se refere à ordem de transmissão e armazenamento de bytes de uma palavra na memória. Existem duas formas de ordenação de bytes, a little-endian e a big-endian, ambas as formas sendo amplamente utilizadas na área de eletrônica digital.

Big-endian refere-se a ordenação em que o byte mais significativo de uma palavra é armazenado em um endereço de memória, e os próximos bytes são armazenados em endereços maiores de memória. Esse formato é mais utilizado em redes de dados e protocolos de internet.

Já o little-endian inverte a ordem e armazena o byte menos significativo no endereço de memória menor, e deste modo o mais significativo estará armazenado no endereço mais alto de memória. Formato utilizado mais amplamente em microprocessadores.

Existem ainda as formas mistas, mixes-endians, e os processadores bi-endian, que operam nos dois modos dependendo do dado armazenado.

## 2) A. Descreva mais a fundo o funcionamento do barramento AMBA (APB, AHB, AXI).

A Arquitetura de Barramento Avançado de Microcontrolador (AMBA, Advanced Microcontroller Bus Architecture) foi introduzida em 1996 e é utilizada como um padrão de comunicação on-chip da ARM Limited. Sua função é fazer com que blocos interajam uns com os outros em um SoC (System-on-a-Chip), interconectando os seus módulos.

Ao longo do tempo o AMBA sofreu algumas modificações e foi dividido em dois tipos de barramentos:

- Barramentos de sistema, entre eles o **AMBA AHB, ASB e AXI**.
- Barramento de periféricos - **AMBA APB**.

A principal diferença entre esses barramentos é o nível de desempenho desejado. O barramento APB é menos complexo, pois ele é otimizado para o baixo consumo de energia, além de possuir uma interface de baixa complexidade. O AHB é um barramento utilizado quando se exige um alto desempenho com altas frequências de clock. O ASB é utilizado para módulos de alto desempenho, e quando os requisitos de desempenho do AHB não são necessários. O protocolo AXI é utilizado para altas performances, designs de sistemas de alta frequência e uma série de características de interconexão de alta velocidade.

## B. O que é o pipeline em um uC?

Pipeline é uma técnica de hardware que permite que a CPU realize a busca de uma ou mais instruções além da próxima a ser executada. Estas instruções são colocadas em uma fila de memória dentro do processador (CPU) onde aguardam o momento de serem executadas: assim que uma instrução termina o primeiro estágio e parte para o segundo, a próxima instrução já ocupa o primeiro estágio.

Em resumo, é o processo pelo qual uma instrução de processamento é subdividido em etapas, uma vez que cada uma destas etapas é executada por uma porção especializada da CPU, podendo colocar mais de uma instrução em execução simultânea. Isto traz um uso

mais racional da capacidade computacional com ganho de velocidade. Entre os problemas enfrentados estão a dependência de instruções anteriores e desvios que dificultam o processo, bem como a diferença de complexidade de instruções que fazem com que as mesmas possam levar um tempo variável para execução.

A técnica de pipeline é utilizada para acelerar a velocidade de operação da CPU, uma vez que a próxima instrução a ser executada está normalmente armazenada nos registradores da CPU e não precisa ser buscada da memória principal que é muito mais lenta.

### 3) A. Qual a forma de medir desempenho de um uC

Pode-se medir o desempenho de um microcontrolador pela arquitetura e frequência de processamento utilizada; capacidade do barramento utilizado e velocidade na transferência de dados. Existem suites de benchmarks que analisam o funcionamento de dispositivos RTOS (Sistemas em Tempo Real), podendo assim analisar a performance dos microcontroladores.

### B. Quais são os modos de endereçamento da memória de um uC

Os modos de endereçamento são:

- **Endereçamento imediato:** O valor do operando faz parte do corpo da instrução e segue o opcode na memória de programa. O operando deve ser precedido do símbolo '#', a fim de evitar a confusão com o modo direto.
- **Endereçamento direto:** Neste modo, a instrução especifica o endereço do operando, que deve ser um número de 8 bits. Conforme a seção 1.6, somente dados dos primeiros 128 bytes da memória RAM interna e dos registradores de funções especiais são endereçados deste modo.
- **Endereçamento de bits individuais:** As instruções que manipulam bits individuais especificam este bit de forma direta, quer sob a forma de um número (os endereços dos bits individualmente endereçáveis da figura 0.10), quer sob a forma de uma abreviatura, como no caso das portas de E/S ou de outros bits dos registradores de funções especiais.
- **Endereçamento indireto:** A instrução especifica um registrador, cujo conteúdo é o endereço do operando. Este modo pode ser utilizado para endereçar tanto a memória interna quanto a memória externa. Se o endereço do operando for de 8 bits, os registradores que podem ser especificados no corpo da instruções são R0, R1 ou SP. Caso o endereço seja de 16 bits, o registrador a ser utilizado tem que ser DPTR.
- **Endereçamento indexado:** Este modo serve apenas para endereçar a memória de programa (instrução MOVC). Nesse tipo de acesso, o endereço do operando é dado pela soma do conteúdo de um registrador de base, que pode ser DPTR ou PC, com o conteúdo do acumulador. Dessa forma, DPTR ou PC apontam para a base de uma tabela enquanto o acumulador seleciona um elemento dentro da tabela.
- **Endereçamento dos registradores R0 a R7:** Os opcodes das instruções de acesso aos registradores R0 a R7 utilizam três dos seus oito bits para especificar o registrador

endereçado. Desta forma, este modo consegue instruções mais curtas do que o modo direto, por dispensar byte com o endereço. O banco de registradores referenciado é aquele que está selecionado pelos bits RS1 e RS0 no instante em que a instrução é executada.

### **C. Classifique os tipos de memória de um uC**

Os tipos de memória encontradas em microcontroladores são:

-Memória RAM (Random Access memory):

Existe dois tipos de memória RAM, a SRAM (Static RAM) e a DRAM (Dynamic RAM). A SRAM é uma memória que retém dados enquanto estiver sendo alimentada eletricamente. Se tirar sua alimentação ela apaga os dados. A DRAM funciona da mesma maneira, mas ela escreve e apaga mesmo quando estiver sendo alimentada eletricamente. Outra diferença entra as duas, é o custo e a velocidade. A SRAM é muito mais rápida (cerca de 4x) que DRAM, porém o custo é bem maior. O microcontrolador utiliza essa memória para acesso rápido de escrita e leitura quando em execução.

Memória ROM (Read-Only Memory):

As memórias ROM são memória que retém dados mesmo quando não estiverem sendo alimentadas eletricamente. Elas se diferenciam a partir do modo como são programadas e o número de vezes que podem ser escritas. Existem dois tipos: a PROM (Programmable Read-Only Memory) e a EPROM (Erasable-and-Programmable Read-Only Memory). A PROM pode-se apenas programá-lo uma vez e a EPROM pode programá-lo e apagá-lo um certo número de vezes de acordo com a especificação do fabricante. As memórias ROM são gravadas byte a byte, isto pode ser uma vantagem ou desvantagem de acordo com a necessidade ou rapidez.

Memórias Híbridas (Flash, NVRAM e EEPROM)

As memórias híbridas são memórias que podem ser escritas e re-escritas como as memórias RAM, mas armazenam dados mesmo depois de desligadas como as memórias ROM.

As memórias EEPROM (Electrically-Erasable-Programmable) são eletricamente apagáveis e programáveis. Elas são iguais a EPROM, mas são programadas eletricamente enquanto que as EPROM são programáveis com exposição à luz. Uma desvantagem da EEPROM é o custo alto e o número limitado de ciclos de gravação.

A memória Flash é de alta densidade, baixo custo, não-volátil e rápidas (para ler e não para escrever). Elas podem ser reescritas eletricamente como a EEPROM, porém são mais rápidas e gravam de setor a setor (grupo de bytes). Geralmente as memórias FLASH são utilizadas para gravar a programação do microcontrolador, por causa da velocidade e armazenamento.

Por fim, existe a NVRAM (Non-Volatile RAM). Esta memória é idêntica a SRAM, porém ela tem uma bateria de backup que ao ser desligada, a bateria de backup a alimenta e assim armazenando a memória. Essa memória é utilizada geralmente no clock do computador, onde em uma bateria que a alimenta, mesmo com o computador desligado

### **D. Qual a diferença entre os tipos de variáveis: int, char, float, real**

As diferenças entre os tipos de variáveis são que:

int: variável de tipo inteiro, e o tamanho do conjunto que pode ser representado depende da máquina. É o tipo padrão.

Char: variável de tipo caractere, sendo normalmente armazenadas em códigos (ex ASCII)

Float: variável com número em ponto flutuante de precisão simples, com até 6 dígitos de precisão.

Real: variável com casas decimais.