

Sistemas Hardware-Software

Aula 1 – Apresentação da Disciplina &
Inteiros na CPU

Engenharia

Fabio Lubacheski
Maciel Calebe Vidal
Igor Montagne
Fábio Ayres



Critérios para Avaliação

Cálculo da média final (MF)

$$NS = 0,10 * Atv + 0,20 * AI + 0,30 * AF + 0,40 * Lab$$

$$NC = 0,10 * Atv + 0,20 * AI + 0,30 * AF + 0,35 * Lab + 0,05 * MC$$

CONDIÇÕES:

$$((AI + AF) / 2) \geq 4,0 \text{ E}$$

$$AI \text{ e } AF \geq 3,5 \text{ E}$$

$$Lab \geq 5,0$$

Se atendida as CONDIÇÕES:

$$MF = \max(NS, NC)$$

Se NÃO atendida as CONDIÇÕES:

$$MF = \min(Atv, AI, AF, Lab, C)$$

Atv: Atividades

AI: Aval. Intermediária

AF: Aval. Final

Lab: laboratórios

MC: Prova mutirão C

Colaboração e Integridade Acadêmica

- Nas entregas espera-se que todos os envios sejam **seus e somente seus**;
- Você é incentivado a discutir suas tarefas com outros alunos (ideias), mas espera-se que **o que você entregar seja seu**;
- **NÃO é aceitável** copiar soluções de outros alunos ou copiar soluções da Web (incluindo ferramentas de IA);
- **Nosso objetivo é que *VOCÊ* aprenda o conteúdo para estar preparado para exames, entrevistas e para o futuro**

Exercícios práticos (atividades e labs)

- Série de exercícios práticos de implementação
- Complexidade crescente
- Testes automatizados **quando possível**
 - Facilitar correção
 - Criar espaços para conversar da matéria e esclarecer dúvidas
- Na computação, **erros não são falhas** — eles são simplesmente experiência....

Ferramentas

- **GCC 9.3 (ou superior) -- C99**
- **Linux (Preferencialmente Ubuntu 22.04)**
- **PC x86-64**



Aula!



Conversão binário <=> decimal para inteiros sem sinal (unsigned)

Revisão: conversão binário -> decimal

Número **1010011₂** (base 2) com 6 bits:

$$1 \times 2^6 + 0 \times 2^5 + 1 \times 2^4 + 0 \times 2^3 + 0 \times 2^2 + 1 \times 2^1 + 1 \times 2^0 = 83 \text{ (base 10)}$$

1. Cada dígito multiplica uma potência de 2
2. O dígito mais significativo é 1 (multiplica a maior potência)
3. O dígito menos significativo é 0 (multiplica a menor potência)

Revisão: conversão Decimal -> Binário

Fazemos agora o caminho inverso: dividimos sucessivamente por 2 e guardamos o resto

83₁₀ (base 10)

Revisão: hexadecimal

Os dois números abaixo são o mesmo? Se não qual o bit diferente?

1001110011101110

1001110111101110

Revisão: hexadecimal

Os dois números abaixo são o mesmo?

$0x9CEE_{16}$

$0x9DEE_{16}$

Revisão: hexadecimal

Os dois números abaixo são o mesmo?

$$0x9\text{CEE}_{16} = 1001\text{1100}\text{1110}\text{1110}_2$$

$$0x9\text{DEE}_{16} = 1001\text{1101}\text{1110}\text{1110}_2$$

Objetivo: facilitar a leitura de números binários

- agrupar 4 em 4 bits em um dígito que vai de 0 a 15
- letras para os dígitos maiores que 10



Representação de números inteiros na linguagem C

Tipos inteiros na linguagem C

- Todo tipo tem tamanho **fixo**.
- Um inteiro pode ter os seguintes tamanhos:

Tamanho em bytes	Tipo em C	Capacidade
1	char	256
2	short	65536
4	int	2^{32}
8	long	2^{64}

Tipos inteiros sem sinal (**unsigned**)

Representação para números positivos somente (modificador **unsigned**). O valor do maior número é dado por 2^w-1 , onde w é o **número de bits do tipo**.

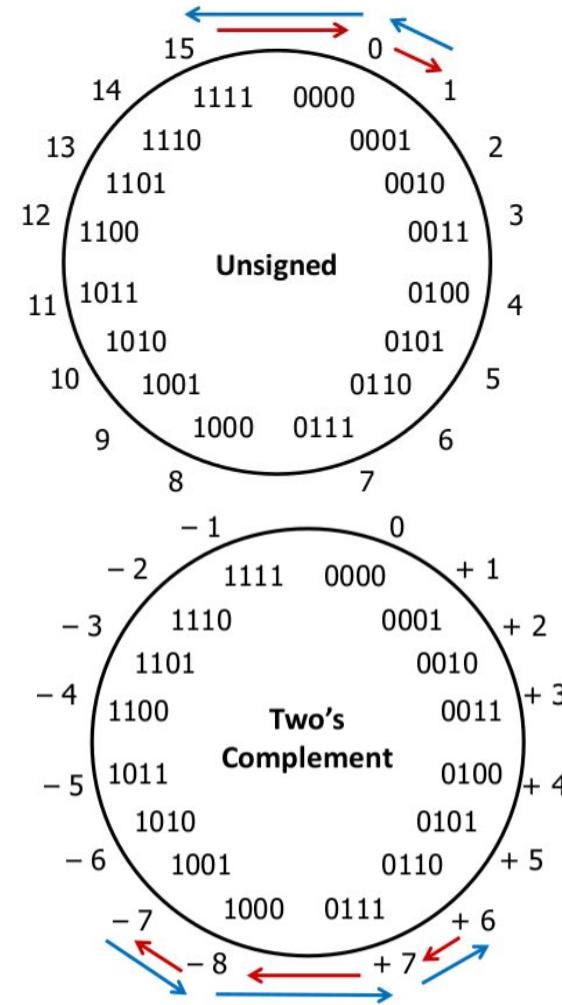
Tamanho em bytes	Tipo em C	Menor número	Maior Número
1 (8 bits)	unsigned char	0	2^8-1
2 (16 bits)	unsigned short	0	$2^{16}-1$
4 (32 bits)	unsigned int	0	$2^{32}-1$
8 (64 bits)	unsigned long	0	$2^{64}-1$



Como representar inteiros NEGATIVOS na linguagem C ?

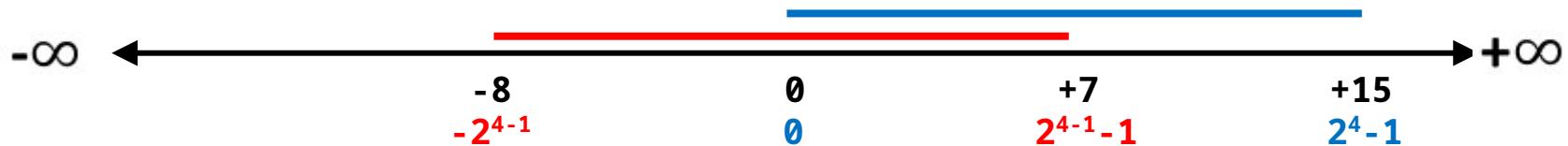
Inteiros **unsigned** e **signed**

Bits	Unsigned	Signed
0000	0	0
0001	1	1
0010	2	2
0011	3	3
0100	4	4
0101	5	5
0110	6	6
0111	7	7
1000	8	-8
1001	9	-7
1010	10	-6
1011	11	-5
1100	12	-4
1101	13	-3
1110	14	-2
1111	15	-1



Inteiros **unsigned** e **signed**

- O hardware (e a linguagem C) suporta dois tipos de números inteiros:
 - **unsigned** – não negativos $0 \dots 2^w - 1$
 - **signed** – negativos e positivos $-2^{w-1} \dots 2^{w-1} - 1$
- Exemplo: Considere um inteiro de **4-bits** teríamos os seguintes valores.



Conversão binário <=> decimal para inteiros com sinal (signed)

Inteiros com sinal (Complemento de dois)

Dado um inteiro b_2 com w bits, seu valor em decimal é

$$b_{10} = -2^{w-1}b_{w-1} + \sum_{i=0}^{w-2} 2^i b_i$$

1. Somamos todos os bits normalmente
2. Menos o último, que ao invés de somar **subtrai**

Binário sem sinal - Exercício

Considere o trecho de código abaixo:

```
char unsigned x = 0b10110001;
```

Qual o valor de ch ?

Binário sem sinal - Exercício

Considere o trecho de código abaixo:

```
char unsigned x = 0b10110001;
```

Qual o valor de ch ?

$$2^7 + 2^5 + 2^4 + 2^0 =$$

$$128 + 32 + 16 + 1 = 177 \text{ (base 10)}$$

Binário com sinal - Exercício

Considere o trecho de código abaixo:

```
char x = 0b10110001;
```

Qual o valor de ch ?

Binário com sinal - Exercício

Considere o trecho de código abaixo:

```
char x = 0b10110001;
```

Qual o valor de ch ?

$$-2^7 + 2^5 + 2^4 + 2^0 =$$

$$-128 + 32 + 16 + 1 = -79 \text{ (base 10)}$$

Decimal com sinal - Exercício

Considere o trecho de código abaixo:

```
char x = -14;
```

Qual o valor de ch em binário (base 2) ?

Para obter a representação negativa de qualquer número inteiro faz-se o complemento bit a bit e em seguida, adicionando um!

($\sim x + 1 == -x$)

Decimal com sinal - Exercício

Considere o trecho de código abaixo:

```
char x = -14;
```

Qual o valor de ch em binário (base 2) ?

(~x + 1 == -x)

$$14_{10} = 00001110_2$$

$$\sim 00001110_2 = 11110001_2$$

$$11110001_2 + 1 = 11110010_2$$

Conversões entre tipos inteiros

Duas regras:

1. O valor é mantido quando convertemos de um tipo menor para um tipo maior
char -> int
2. A conversão de um tipo maior para um tipo menor é feita pegando o X bits menos significativos.
int -> char pega os 8 bits menos significativos, o restante é descartado

Deslocamento de bits (shift)

- Shift para esquerda ($x \ll n$) é equivalente a multiplicar x por 2^n
- Shift para direita ($x \gg n$) é equivalente a dividir x por 2^n
- A operação de shift é **mais rápida** do que a multiplicação e divisão !

	x	0010	0010
	$x \ll 3$	0001	0 000
logical:	$x \gg 2$	00 00	1000
arithmetic:	$x \gg 2$	00 00	1000

	x	1010	0010
	$x \ll 3$	0001	0 000
logical:	$x \gg 2$	00 10	1000
arithmetic:	$x \gg 2$	11 10	1000



Atividade prática

Conversão de números: bases e sinal

1. rodar programa bases_e_sinais
2. colocar sua solução em solucao.txt
3. verificar se tudo está ok rodando

```
./bases_e_sinais < solucao.txt
```

Atividade Extra (Não será cobrada)

Atividade extra para os curiosos!

Pesquise como o computador representa números reais.
Qual o padrão utilizado?

Git

<https://insper.github.io/SistemasHardwareSoftware/>

<https://github.com/Insper/SistemasHardwareSoftware>

Insper

www.insper.edu.br