

PCS 2302/2024  
Laboratório de  
Fundamentos da  
Eng.de Computação

## PCS-2302 / PCS-2024

### Lab. de Fundamentos de Eng. de Computação

---

# Aula 03

## Exercícios Turma 3

### Professores:

Marcos A. Simplício Junior  
Paulo Sergio Muniz Silva

Aula 03:

Montador Relocável  
Ligador e Relocador



Autores:

Anna H. R. Costa  
Jaime S. Sichman  
João José Neto  
Paulo S. Muniz Silva  
Ricardo L. A. Rocha

Reestruturação:  
Paulo S. Muniz Silva

v.1.0 ago. 2012

1

PCS 2302/2024  
Laboratório de  
Fundamentos da  
Eng.de Computação

## Exercícios (1a)

---

Vamos separar as primitivas desenvolvidas nas aulas anteriores, usando linguagem de montagem do simulador MVN e código relocável. O resultado final deve ser um conjunto de arquivos da seguinte forma :

TYGXXA03E01\_rotinas\_12 (Entrega obrigatória)

- Contém todas as rotinas desenvolvidas nas aulas anteriores, ou seja, **PACK**, **UNPACK** e **MEMCPY**

TYGXXA03E01\_main\_12 (Entrega obrigatória)

- Contém a função main do programa, responsável por chamar cada uma das rotinas pelo menos uma vez

TYGXXA03E01\_const\_12 (Entrega obrigatória)

- Contém todas as constantes usadas tanto pelo programa principal como pelas rotinas

Aula 03:

Montador Relocável  
Ligador e Relocador



Autores:

Anna H. R. Costa  
Jaime S. Sichman  
João José Neto  
Paulo S. Muniz Silva  
Ricardo L. A. Rocha

Reestruturação:  
Paulo S. Muniz Silva

v.1.0 ago. 2012

2

**PCS**

PCS 2302/2024  
Laboratório de  
Fundamentos da  
Eng.de Computação

Aula 03:  
Montador Relocável  
Ligador e Relocador

Autores:  
Anna H. R. Costa  
Jaime S. Sichman  
João José Neto  
Paulo S. Muniz Silva  
Ricardo L. A. Rocha



Reestruturação:  
Paulo S. Muniz Silva

v.1.0 ago. 2012

## Exercícios (1b)

- No **main**, as seguintes restrições devem ser observadas:
  - Endereço de início do programa principal: 0000
    - Obs.: basta colocar o main como primeiro arquivo a ser ligado e fixar a base de relocação em 0 para obter esse endereço.
  - Endereço da entrada para a rotina **PACK**: 0002 e 0004
  - Endereço da saída para a rotina **PACK**: 0006
  - Endereço da entrada para a rotina **UNPACK**: 0008
  - Endereço da saída para a rotina **UNPACK**: 000A e 000C
  - Endereços das entradas da rotina **MEMCPY**: 000E, 0010, 0012
  - Endereço reservado para sequências de origem e destino da rotina **MEMCPY** : 0014 a 0024

3

**PCS**

PCS 2302/2024  
Laboratório de  
Fundamentos da  
Eng.de Computação

Aula 03:  
Montador Relocável  
Ligador e Relocador

Autores:  
Anna H. R. Costa  
Jaime S. Sichman  
João José Neto  
Paulo S. Muniz Silva  
Ricardo L. A. Rocha



Reestruturação:  
Paulo S. Muniz Silva

v.1.0 ago. 2012

## Exercícios (2a)

- Deseja-se implementar rotinas para converter caracteres em hexadecimal para o numero inteiro correspondente (“chtoi”) e vice-versa (“itoch”), utilizando a MVN.
- O sistema completo deve ser composto pelos seguintes arquivos fonte:
  - **TYGXXA03E02\_rotinas\_13 (Entrega obrigatória)**
    - Contém as rotinas **chtoi** e **itoch**, além possivelmente de rotinas desenvolvidas nas aulas anteriores
  - **TYGXXA03E02\_main\_13 (Entrega obrigatória)**
    - Contém a função main do programa, responsável por chamar as rotinas **chtoi** e **itoch** pelo menos uma vez
  - **TYGXXA03E01\_const\_13 (Entrega obrigatória)**
    - Contém todas as constantes usadas tanto pelo programa principal como pelas rotinas

4

**PCS**

PCS 2302/2024  
Laboratório de  
Fundamentos da  
Eng.de Computação

Aula 03:  
Montador Relocável  
Ligador e Relocador



Autores:  
Anna H. R. Costa  
Jaime S. Sichman  
João José Neto  
Paulo S. Muniz Silva  
Ricardo L. A. Rocha

Reestruturação:  
Paulo S. Muniz Silva

v.1.0 ago. 2012

## Exercícios (2b)

- **chtoi**: converte duas words contendo caracteres ASCII hexadecimais para o número inteiro correspondente
  - **Parâmetros**: o endereço das duas words de entrada, correspondentes aos caracteres ASCII entre '0000 e 'FFFF.
  - **Retorno (acumulador)**:
    - Uma word com o valor convertido de ASCII em inteiro.
    - -1 caso a entrada seja inválida. Considere inválidas entradas contendo caracteres ASCII fora do intervalo 0-9 e A-F.
      - Perceba que a conversão correta de 'FF'FF se confunde com um erro (não iremos tratar este detalhe)
  - **Exemplos**:
    - Entrada: '12, '34 (em hexadecimal: /3132, /3334)
      - Saída (acumulador): /1234
    - Entrada: '79, 'AB (em hexadecimal: /3739, /4142)
      - Saída (acumulador): /79AB
    - Entrada: 'GA, 'GA (em hexadecimal: /4741, /4741)
      - Saída (acumulador): /FFFF (erro)

**PCS**

PCS 2302/2024  
Laboratório de  
Fundamentos da  
Eng.de Computação

Aula 03:  
Montador Relocável  
Ligador e Relocador



Autores:  
Anna H. R. Costa  
Jaime S. Sichman  
João José Neto  
Paulo S. Muniz Silva  
Ricardo L. A. Rocha

Reestruturação:  
Paulo S. Muniz Silva

v.1.0 ago. 2012

## Exercícios (2c)

- **itoch**: converte um número inteiro do acumulador em duas words com os caracteres ASCII hexadecimais correspondentes, colocando-os em dois endereços da memória.
  - **Parâmetros**: o endereço em que os duas words serão armazenadas.
  - **Retorno (acumulador)**: não
  - **Exemplos**:
    - Entrada (acumulador): /1234
      - Saída: /3132, /3334 (correspondentes a '12 e '34)
    - Entrada (acumulador): /79AB
      - Saída: : /3739, /4142 (correspondentes a '79, 'AB)

**PCS**

PCS 2302/2024  
Laboratório de  
Fundamentos da  
Eng.de Computação

Aula 03:  
Montador Relocável  
Ligador e Relocador

Autores:  
Anna H. R. Costa  
Jaime S. Sichman  
João José Neto  
Paulo S. Muniz Silva  
Ricardo L. A. Rocha



Reestruturação:  
Paulo S. Muniz Silva

v.1.0 ago. 2012

## Exercícios (2d)

---

- No main, as seguintes restrições devem ser observadas:
  - Endereço de início do programa principal: 0000
  - Endereço da entrada para a rotina **chtoi**: 0002 e 0004
  - Endereço da saída para a rotina **chtoi**: 0006
  - Endereço da entrada para a rotina **itoch**: 0008
  - Endereço da saída para a rotina **itoch**: 000A e 000C

**PCS**

PCS 2302/2024  
Laboratório de  
Fundamentos da  
Eng.de Computação

Aula 03:  
Montador Relocável  
Ligador e Relocador

Autores:  
Anna H. R. Costa  
Jaime S. Sichman  
João José Neto  
Paulo S. Muniz Silva  
Ricardo L. A. Rocha



Reestruturação:  
Paulo S. Muniz Silva

v.1.0 ago. 2012

## Exercícios: observações

---

- **Entrega:**
  - Em papel (opcional)
    - Solução em pseudo-linguagem de alto nível (ex.: similar a C) ou fluxograma.
  - Código fonte (obrigatório)
    - Código devidamente comentado.
- Planejar a **divisão de tarefas** nas duplas: atenção para o tempo!
- **Dica:** os valores dos caracteres 1-9 e A-F são contíguos, mas entre 9 e A existem 8 caracteres...

**PCS**  
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLÓGICAS  
LABORATÓRIO DE FUNDAMENTOS DA ENGENHARIA DE COMPUTAÇÃO

PCS 2302/2024  
 Laboratório de Fundamentos da Eng.de Computação

Aula 03:  
 Montador Relocável Ligador e Relocador

Autores:  
 Anna H. R. Costa  
 Jaime S. Sichman  
 João José Neto  
 Paulo S. Muniz Silva  
 Ricardo L. A. Rocha



Reestruturação:  
 Paulo S. Muniz Silva

v.1.0 ago. 2012

## Critério de correção

1. Programas com os **nomes** pedidos e bem **comentados**
2. Respeitou os **endereços de memória** pedidos
3. Executou corretamente os seguintes **testes**:
  - Além dos testes anteriores do PACK, UNPACK e MEMCPY

Teste	Entrada chto	Saída chto
E2_1a	'00, '00 (em hexa: /3030, /3030)	/0000
E2_2a	'12, '34 (em hexa: /3132, /3334)	/1234
E2_3a	'79, 'AB (em hexa: /3739, /4142)	/79AB
E2_4a	'7F, 'FF (em hexa: /3746, /4646)	/7FFF
E2_5a	'FA, 'FA (em hexa: /4641, /4641)	/FAFA
E2_6a	'FF, 'FF (em hexa: /4646, /4646)	/FFFF
E2_7a	'ER, 'RO (em hexa: /4552, /524F)	/FFFF (erro: caracteres inválidos)
E2_8a	'LI, 'XO (em hexa: /4C49, /584F)	/FFFF (erro: caracteres inválidos)

**PCS**  
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLÓGICAS  
LABORATÓRIO DE FUNDAMENTOS DA ENGENHARIA DE COMPUTAÇÃO

PCS 2302/2024  
 Laboratório de Fundamentos da Eng.de Computação

Aula 03:  
 Montador Relocável Ligador e Relocador

Autores:  
 Anna H. R. Costa  
 Jaime S. Sichman  
 João José Neto  
 Paulo S. Muniz Silva  
 Ricardo L. A. Rocha



Reestruturação:  
 Paulo S. Muniz Silva

v.1.0 ago. 2012

## Critério de correção

1. Programas com os **nomes** pedidos e bem **comentados**
2. Respeitou os **endereços de memória** pedidos
3. Executou corretamente os seguintes **testes**:
  - Além dos testes anteriores do PACK, UNPACK e MEMCPY

Teste	Entrada uitoch	Saída uitoch
E2_1b	/0000	'00, '00 (em hexa: /3030, /3030)
E2_2b	/1234	'12, '34 (em hexa: /3132, /3334)
E2_3b	/79AB	'79, 'AB (em hexa: /3739, /4142)
E2_4b	/7FFF	'7F, 'FF (em hexa: /3746, /4646)
E2_5b	/8000	'80, '00 (em hexa: /3830, /3030)
E2_6b	/FFFF	'FF, 'FF (em hexa: /4646, /4646)

PCS

PCS 2302/2024  
Laboratório de  
Fundamentos da  
Eng.de Computação

Aula 03:  
Montador Relocável  
Ligador e Relocador

Autores:  
Anna H. R. Costa  
Jaime S. Sichman  
João José Neto  
Paulo S. Muniz Silva  
Ricardo L. A. Rocha

Reestruturação:  
Paulo S. Muniz Silva

v.1.0 ago. 2012

## Usando o Montador



---

- Para a execução do montador
- Execução
 

```
java -cp MLR.jar montador.MvnAsm <arquivo asm>
```
- Exemplo
 

```
java -cp MLR.jar montador.MvnAsm test.asm
```

11

PCS

PCS 2302/2024  
Laboratório de  
Fundamentos da  
Eng.de Computação

Aula 03:  
Montador Relocável  
Ligador e Relocador

Autores:  
Anna H. R. Costa  
Jaime S. Sichman  
João José Neto  
Paulo S. Muniz Silva  
Ricardo L. A. Rocha

Reestruturação:  
Paulo S. Muniz Silva

v.1.0 ago. 2012

## Usando o Linker

---



- Para a execução do linker
- Execução
 

```
java -cp MLR.jar linker.MvnLinker <arquivo-objeto1> <arquivo-objeto2> ...  
  <arquivo-objetoN> -s <arquivo-saida>
```
- Exemplo
 

```
java -cp MLR.jar linker.MvnLinker prog1.mvn prog2.mvn -s final.mvn
```

Obs.: coloque a função main como primeiro argumento (isso facilita o trabalho de saber onde o programa começa, mesmo após a ligação)

12

PCS

PCS 2302/2024  
Laboratório de  
Fundamentos da  
Eng.de Computação

Aula 03:  
Montador Relocável  
Ligador e Relocador

Autores:  
Anna H. R. Costa  
Jaime S. Sichman  
João José Neto  
Paulo S. Muniz Silva  
Ricardo L. A. Rocha

Reestruturação:  
Paulo S. Muniz Silva



v.1.0 ago. 2012

## Usando o Relocador

- Para a execução do relocador
- Execução
 

```
java -cp MLR.jar relocador.MvnRelocator <arquivo-objeto> <arquivo-saida> <base-relocação> <endereço-inicio-execução>
```
- Exemplo
 

```
java -cp MLR.jar relocador.MvnRelocator test.mvn recl_test.mvn 0000 000
```

PCS

PCS 2302/2024  
Laboratório de  
Fundamentos da  
Eng.de Computação

Aula 03:  
Montador Relocável  
Ligador e Relocador



Autores:  
Anna H. R. Costa  
Jaime S. Sichman  
João José Neto  
Paulo S. Muniz Silva  
Ricardo L. A. Rocha

Reestruturação:  
Paulo S. Muniz Silva

v.1.0 ago. 2012

## Tabela de mnemônicos para as instruções da MVN (de 2 caracteres)

Operação 0 <b>Jump</b> Mnemônico <b>JP</b>	Operação 1 <b>Jump if Zero</b> Mnemônico <b>JZ</b>	Operação 2 <b>Jump if Negative</b> Mnemônico <b>JN</b>	Operação 3 <b>Load Value</b> Mnemônico <b>LV</b>
Operação 4 <b>Add</b> Mnemônico <b>+</b>	Operação 5 <b>Subtract</b> Mnemônico <b>–</b>	Operação 6 <b>Multiply</b> Mnemônico <b>*</b>	Operação 7 <b>Divide</b> Mnemônico <b>/</b>
Operação 8 <b>Load</b> Mnemônico <b>LD</b>	Operação 9 <b>Move to Memory</b> Mnemônico <b>MM</b>	Operação A <b>Subroutine Call</b> Mnemônico <b>SC</b>	Operação B <b>Return from Sub.</b> Mnemônico <b>RS</b>
Operação C <b>Halt Machine</b> Mnemônico <b>HM</b>	Operação D <b>Get Data</b> Mnemônico <b>GD</b>	Operação E <b>Put Data</b> Mnemônico <b>PD</b>	Operação F <b>Operating System</b> Mnemônico <b>OS</b>

**PCS**  
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLÓGICAS  
LABORATÓRIO DE FUNDAMENTOS DA ENGENHARIA DE COMPUTAÇÃO

**PCS 2302/2024**  
 Laboratório de Fundamentos da Eng.de Computação

Aula 03:  
 Montador Relocável  
 Ligador e Relocador

Autores:  
 Anna H. R. Costa  
 Jaime S. Sichman  
 João José Neto  
 Paulo S. Muniz Silva  
 Ricardo L. A. Rocha

Reestruturação:  
 Paulo S. Muniz Silva  
 v.1.0 ago. 2012

## Tabela de caracteres ASCII (7 bits. Ex.: "K" = 4b)

	0	1	2	3	4	5	6	7
0	NUL		SP	0	@	P	`	p
1			!	1	A	Q	a	q
2			"	2	B	R	b	r
3			#	3	C	S	c	s
4			\$	4	D	T	d	t
5			%	5	E	U	e	u
6			&	6	F	V	f	v
7	BEL		'	7	G	W	g	w
8			(	8	H	X	h	x
9			)	9	I	Y	i	y
a	LF		*	:	J	Z	j	z
b		ESC	+	;	K	[	k	{
c			,	<	L	\	l	
d	CR		-	=	M	]	m	}
e			.	>	N	^	n	~
f			/	?	O	_	o	DEL