Universidade Federal de Pelotas
Centro de Desenvolvimento Tecnológico
Bacharelado em Ciência da Computação
Engenharia de Computação

Arquitetura e Organização de Computadores I

Prática

Aula 1

Apresentação, Lógica Bit-a-Bit, Shift Lógico

Prof. Guilherme Corrêa
gcorrea@inf.ufpel.edu.br

Apresentação

Bibliografia e Software

- PATTERSON, David A.; HENESSY, John L. Organização e Projeto de Computadores: A Interface Hardware/Software, 3ª ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2005.

- MARS 4.5 (*MIPS Assembler and Runtime Simulator*)

  http://courses.missouristate.edu/kenvollmar/mars/

Atendimento ao Aluno

- Combinar horário por e-mail:
  gcorrea@inf.ufpel.edu.br
- Sala 423

Apresentação

Avaliação

- Nota da prática vale 40% na nota final de AOC-1

- Prova Prática 1 (10%)
- Prova Prática 2 (10%)
- Trabalhos Práticos (10%)
  - 10 trabalhos
- Trabalho Prático Final (10%)

Apresentação

Entrega dos Trabalhos Práticos

- **DEZ** trabalhos práticos ao longo do semestre, com peso de **10%** na nota final da disciplina;
- Enviar pelo **AVA** até a data/hora-limite informada nas aulas;
- Não serão aceitos envios após a data/hora-limite.

Introdução

Assembly

- Linguagem da máquina
  - Instruções
  - Conjunto de instruções
- Diversas, mas parecidas entre si
- Simplicidade
- Por que aprender Assembly?
  - Compreender a organização dos computadores
  - Compreender o funcionamento dos processadores
  - Compreender como as linguagens são processadas em baixo nível

Introdução

Assembly

- **Exemplo:**

C/C++

```
a = b & c;
```

Assembly (simbólico)

```
load b
load c
and a, b, c
store a
```

Assembly

```
10100010 00101011
10000100 00100010

10100011 00101011
10011000 00100110

10110010 00101011
10100100 00100011

10100001 00101011
10000000 00100000
```

Introdução

Assembly

- **Vantagens**
  - Desempenho
  - Sistemas embarcados
  - Tempo de execução previsível
  - Sistemas com tempo crítico
- **Desvantagens**
  - Programas para uma máquina específica
  - Programas longos
  - Pouca legibilidade (ou seja, comentem os seus códigos!!!)

Introdução

MIPS

- Protótipo da Stanford University (California), 1983
- John Hennessy
- Arquitetura de processador RISC (Reduced Instruction Set Computer)
- Originou o MIPS comercial
- Utilizado em diversas aplicações atualmente
  - Computadores da Silicon Graphics
  - Roteadores
  - Videogames (Nintendo 64, PlayStation)
- Veremos um sub-conjunto de instruções na disciplina (Prática)
- Paralelamente, veremos a organização do MIPS (Teórica)

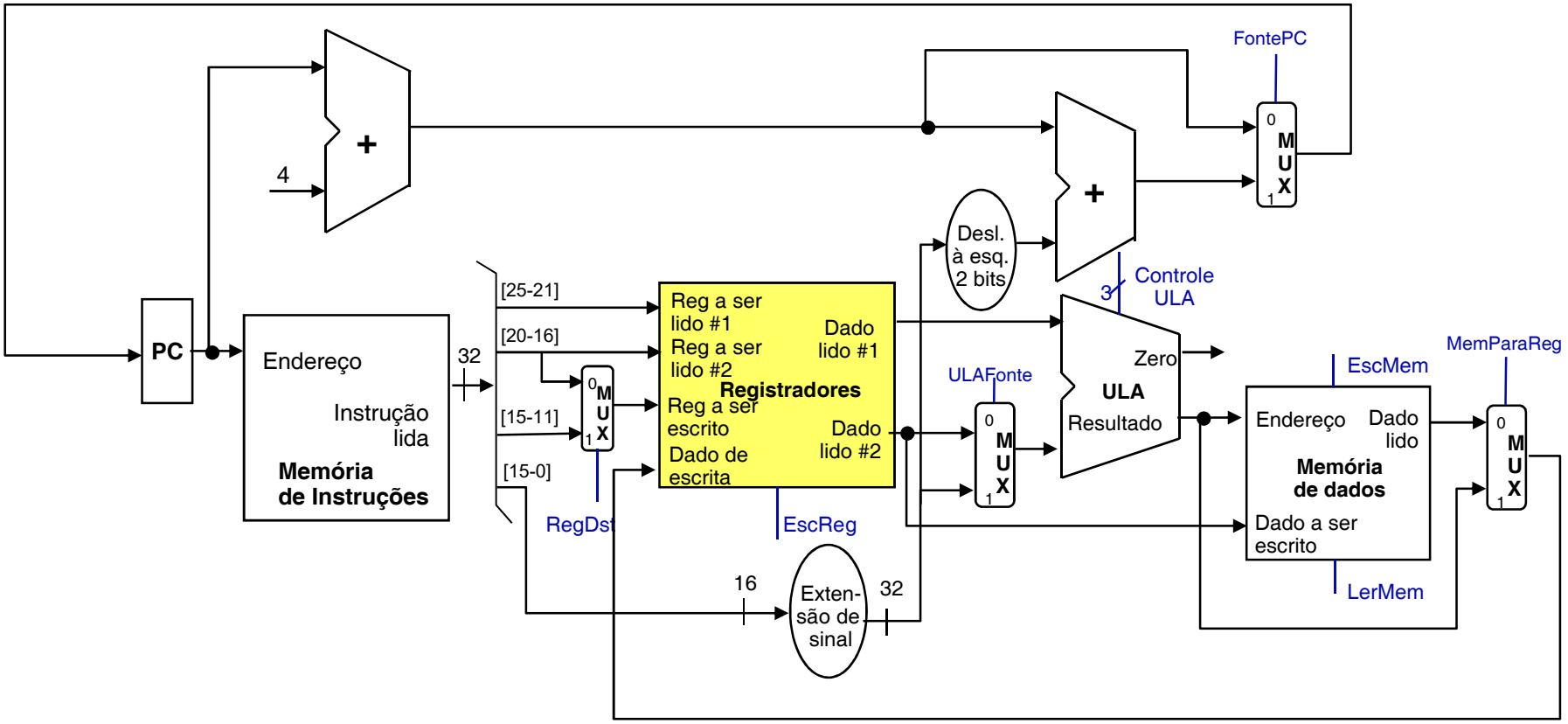
Introdução

MIPS: estrutura básica

- Banco de registradores (32 registradores)
- Program Counter (PC)
- Memória (dados, instruções)
- Unidade Lógica e Aritmética (ULA)

Introdução

MIPS (monociclo)



Introdução

MIPS: Registradores

- Elemento mais alto na hierarquia de memória
- Única memória que o processador acessa diretamente
- 32 registradores de propósito geral de 32 bits
  - $0, $1, …, $31
  - operações inteiras
  - endereçamento
- $0 tem sempre valor 0
- $31 é utilizado para retorno de funções

Introdução

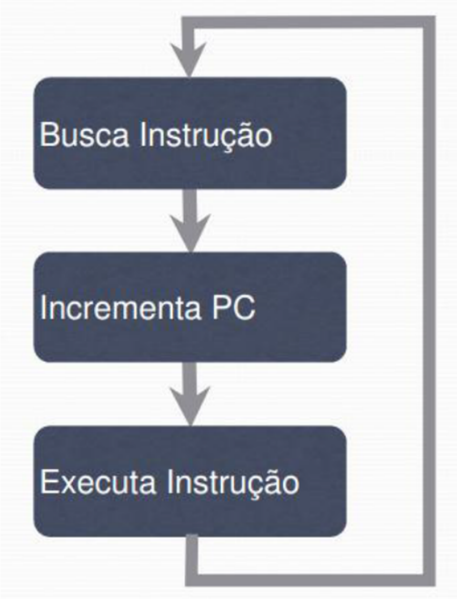
MIPS: Registradores

Registrador	Nome	Uso (convenção)
$0	$zero	Zero
$1	$at	*Assembler Temporary*
$2, $3	$v0, $v1	Valor de retorno de subrotina
$4 – $7	$a0 – $a3	Argumentos de subrotina
$8 – $15	$t0 – $t7	Temporários (locais à função)
$16 – $23	$s0 – $s7	Salvos (não alterados na função)
$24, $25	$t8, $t9	Temporários
$26, $27	$k0, $k1	Kernel (reservado para SO)
$28	$gp	*Global Pointer*
$29	$sp	*Stack Pointer*
$30	$fp	*Frame Pointer*
$31	$ra	Endereço de Retorno

Introdução

MIPS: Program Counter (PC)

- Aponta para a posição da memória que contém a próxima instrução a ser executada
- No fluxo normal de execução, PC ← PC+4

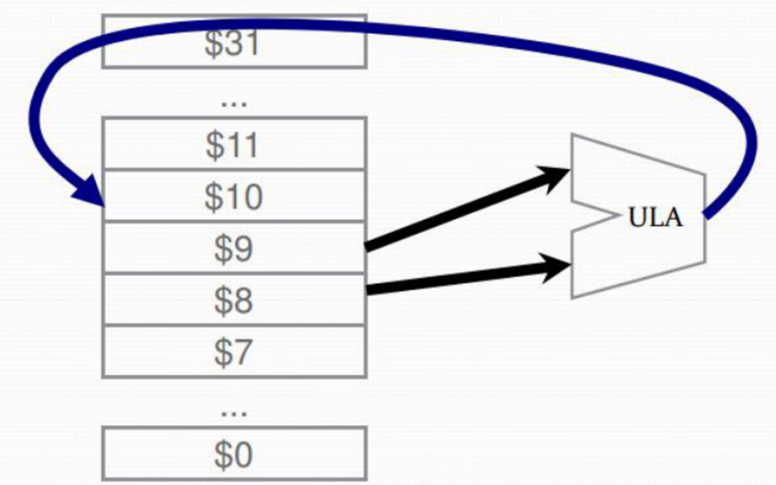


Introdução

MIPS: Unidade Lógica e Aritmética (ULA)

- Circuito responsável pelas operações lógicas e aritméticas
- Exemplo:

and $10, $8, $9



Introdução

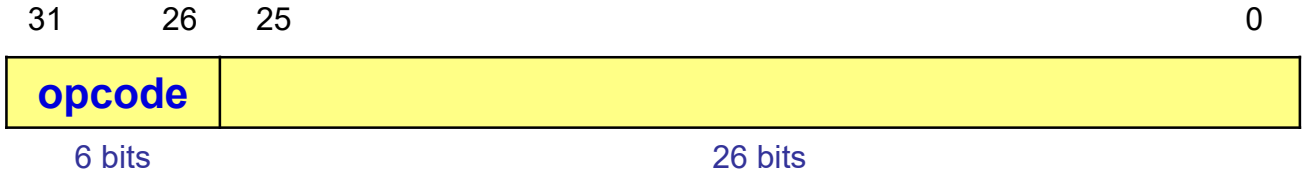
MIPS: Memória

- Memória de Instruções
- Memória de Dados
- Acessos à memória devem ser alinhados
  - Cada endereço aponta para um byte
  - Dados de 32 bits precisam iniciar em endereços múltiplos de 4
  - Outros tamanhos de dados também são suportados (16 bits, bytes)

Instruções

MIPS: Instruções

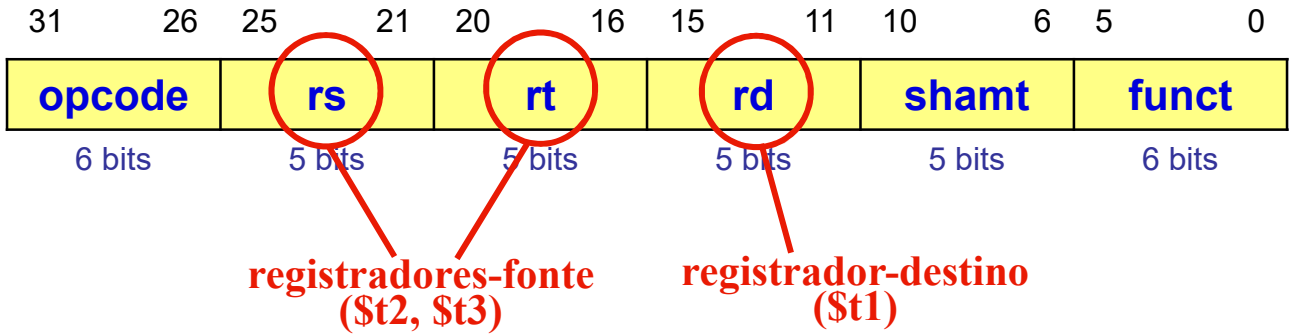
- Todas as instruções têm 32 bits
- Todas têm opcode de 6 bits



Instruções

Formato R: and, or, xor, nor, etc.

- Opcode = 0
- "funct" define a operação a ser feita pela ALU
- "shamt" (shift amount) é usado em instruções de deslocamento

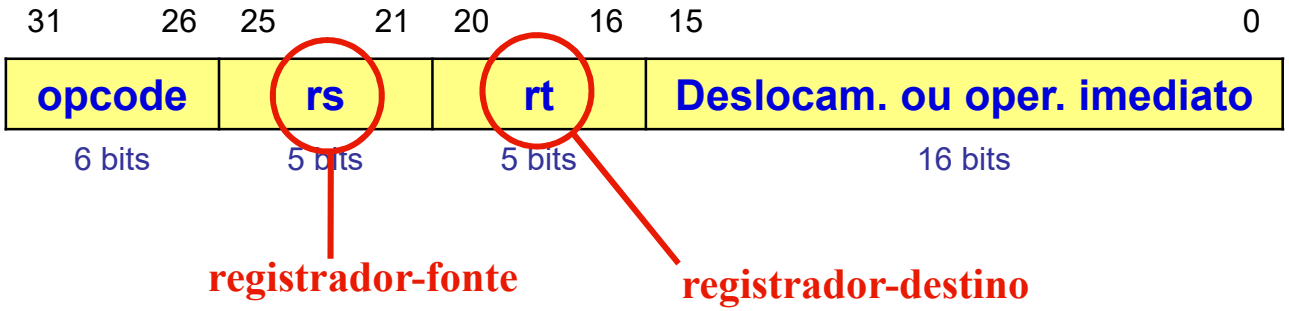


Simbólico (exemplo): **or $t1, $t2, $t3** ($t1 ← $t2 OR $t3)

Instruções

Formato I: andi, ori, xori, etc.

- Opcode varia com a operação



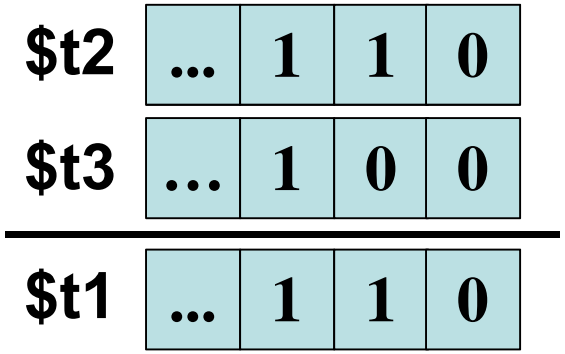
Simbólico (exemplo): **ori $t1, $t2, 0x4** ($t1 ← $t2 OR 0x4)

Instruções Lógicas Bit-a-Bit

Instrução `or`

or $t1, $t2, $t3 or $9, $10, $11

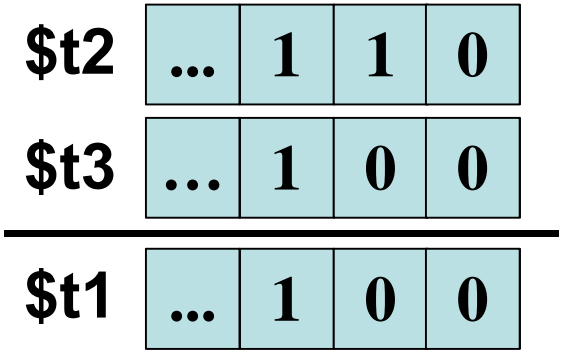
- Coloca no registrador $t1 o valor do OR bit-a-bit entre $t2 e $t3



Instrução `and`

and $t1, $t2, $t3 and $9, $10, $11

- Coloca no registrador $t1 o valor do AND bit-a-bit entre $t2 e $t3

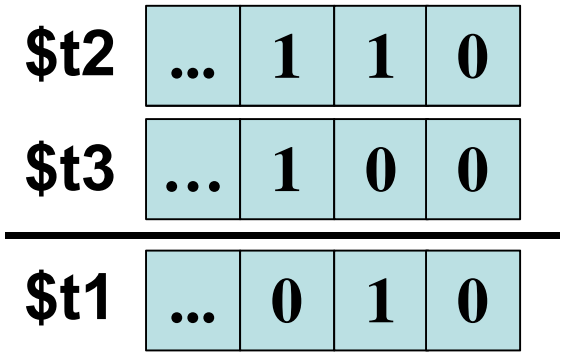


Instruções Lógicas Bit-a-Bit

Instrução `xor`

xor $t1, $t2, $t3 xor $9, $10, $11

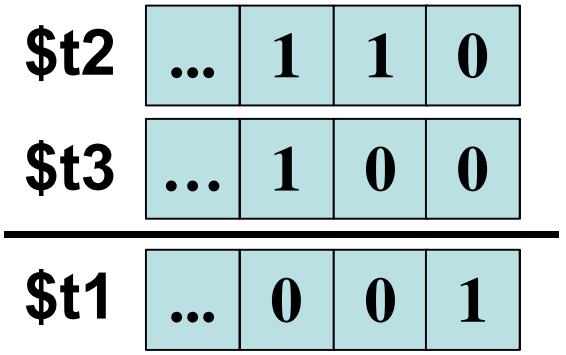
- Coloca no registrador $t1 o valor do XOR bit-a-bit entre $t2 e $t3



Instrução `nor`

nor $t1, $t2, $t3 nor $9, $10, $11

- Coloca no registrador $t1 o valor do NOR bit-a-bit entre $t2 e $t3



Instruções Lógicas Bit-a-Bit

Instrução `ori`

ori $t1, $t2, 0x15 **ori $9, $10, 0x15**

- **Coloca no registrador $t1 o valor do OR bit-a-bit entre $t2 e 0x15**

Instrução `andi`

andi $t1, $t2, 0x15 **andi $9, $10, 0x15**

- **Coloca no registrador $t1 o valor do AND bit-a-bit entre $t2 e 0x15**

Instruções Lógicas Bit-a-Bit

Instrução `xori`

xori $t1, $t2, 0x15 **xori $9, $10, 0x15**

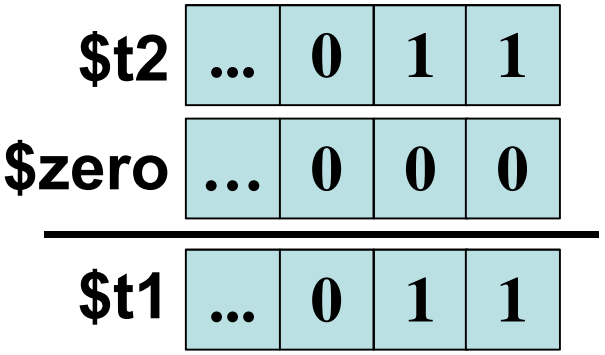
- **Coloca no registrador $t1 o valor do XOR bit-a-bit entre $t2 e 0x15**

Instruções Lógicas Bit-a-Bit

Utilizações Especiais

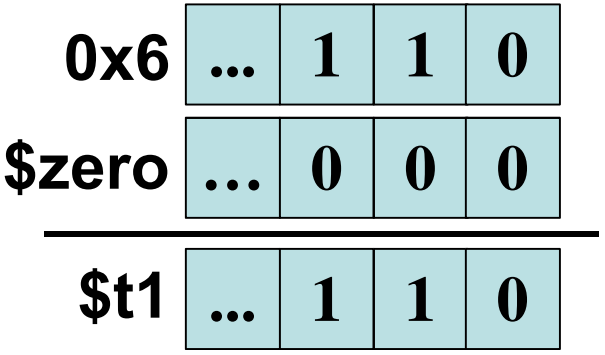
or $t1, $t2, $zero

- Copia o valor em $t2 para $t1



ori $t1, $zero, 0x6

- Coloca no registrador $t1 o valor 0x6



Instruções Lógicas Bit-a-Bit

Utilizações Especiais

nor $t1, $t2, $zero

- **Copia para $t1 o valor de $t2 negado**
  isto é, $t1 ← NOT $t2

$t2	...	0	1	1
$zero	...	0	0	0
$t1	...	1	0	0

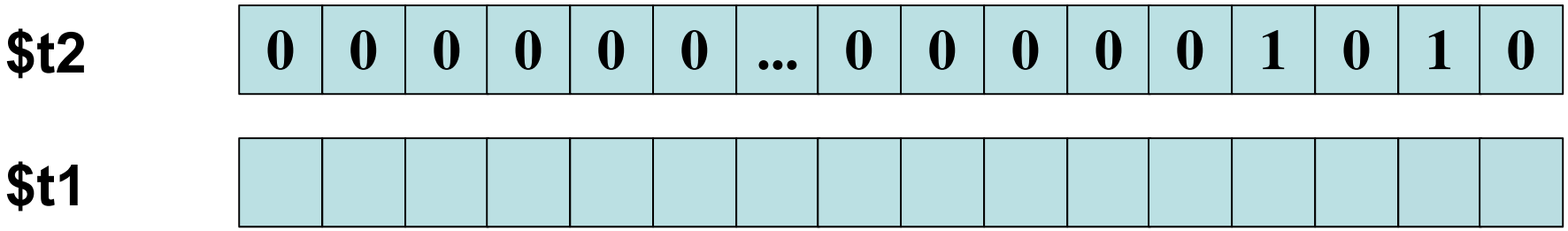
Instruções de Shift Lógico

Instrução `sll`

sll $t1, $t2, 2 **sll $9, $10, 2**

- **sll = shift left logical**
- **Coloca no registrador $t1 o resultado do deslocamento lógico de $t2 duas casas à esquerda (considerando o exemplo acima!)**
- **Preenche os espaços criados à direita com zeros**

sll $t1, $t2, 2



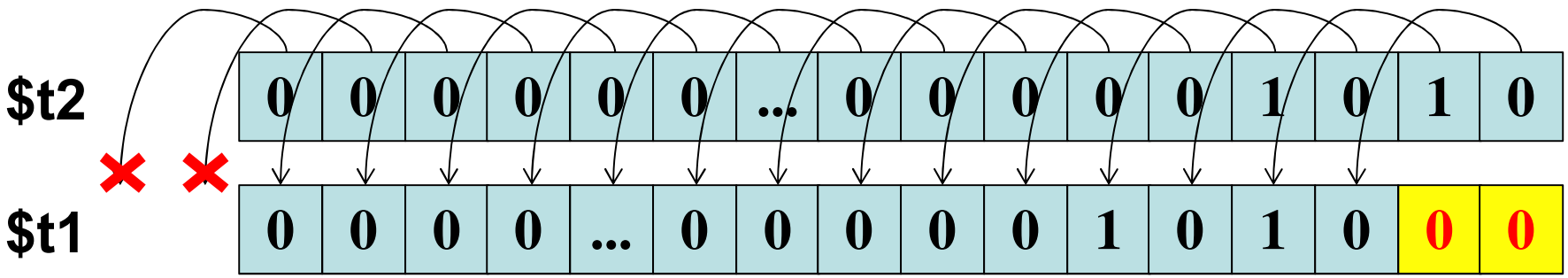
Instruções de Shift Lógico

Instrução `sll`

sll $t1, $t2, 2 **sll $9, $10, 2**

- **sll = shift left logical**
- **Coloca no registrador $t1 o resultado do deslocamento lógico de $t2 duas casas à esquerda (considerando o exemplo acima!)**
- **Preenche os espaços criados à direita com zeros**

sll $t1, $t2, 2



Instruções de Shift Lógico

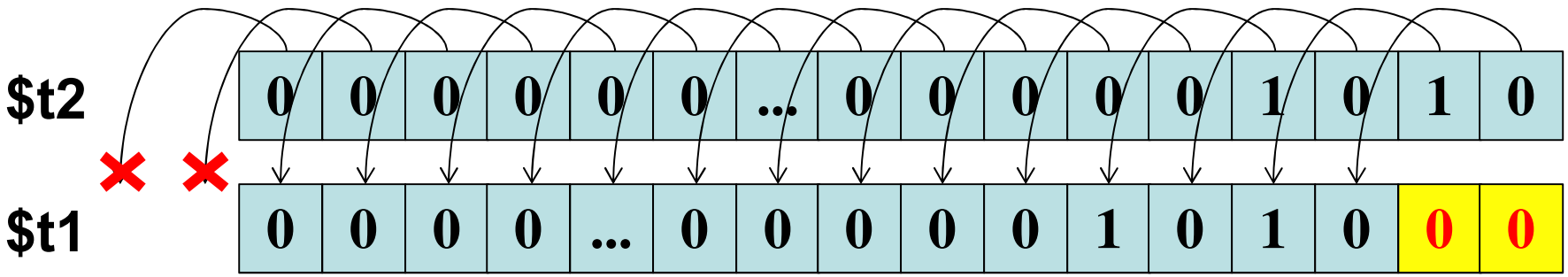
Instrução `sll`

sll $t1, $t2, 2 **sll $9, $10, 2**

- **sll = shift left logical**
- **Coloca no registrador $t1 o resultado do deslocamento lógico de $t2 duas casas à esquerda (considerando o exemplo acima!)**
- **Preenche os espaços criados à direita com zeros**

Atenção! Deslocamento máximo de 31 posições!

sll $t1, $t2, 2



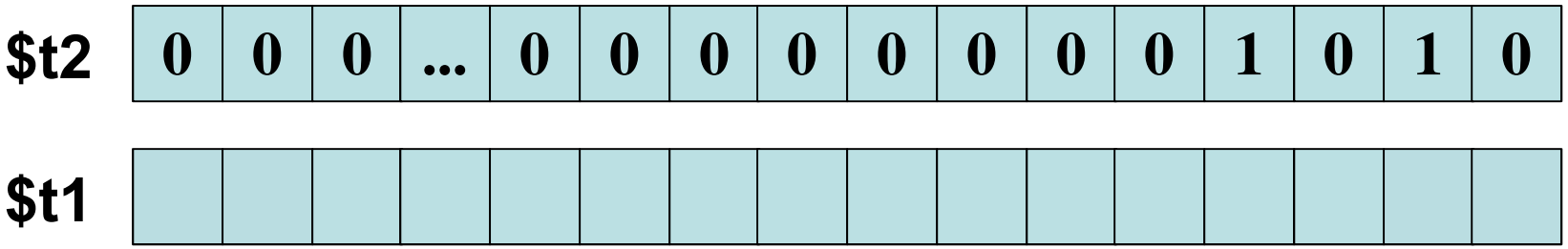
Instruções de Shift Lógico

Instrução `srl`

srl $t1, $t2, 2 **srl $9, $10, 2**

- **srl = shift right logical**
- **Coloca no registrador $t1 o resultado do deslocamento lógico de $t2 duas casas à direita (considerando o exemplo acima!)**
- **Preenche os espaços criados à esquerda com zeros**

srl $t1, $t2, 2



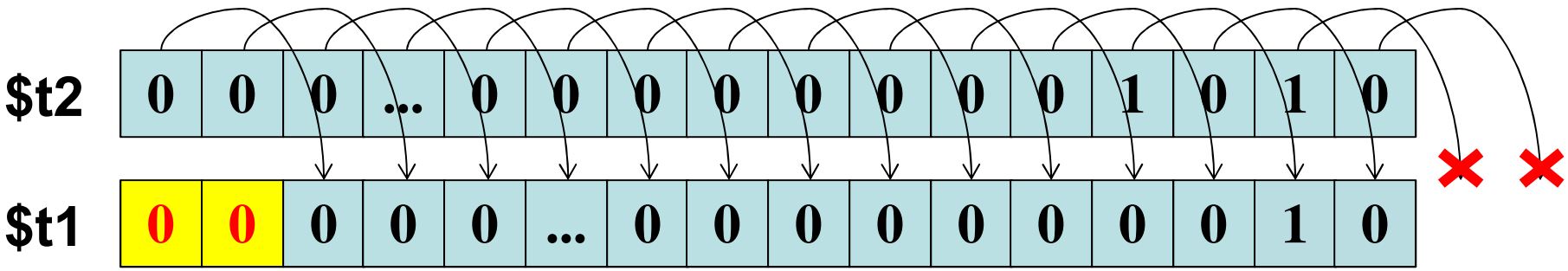
Instruções de Shift Lógico

Instrução `srl`

srl $t1, $t2, 2 **srl $9, $10, 2**

- **srl = shift right logical**
- **Coloca no registrador $t1 o resultado do deslocamento lógico de $t2 duas casas à direita (considerando o exemplo acima!)**
- **Preenche os espaços criados à esquerda com zeros**

srl $t1, $t2, 2



Instruções de Shift Lógico

Instrução `srl`

srl $t1, $t2, 2 **srl $9, $10, 2**

- **srl = shift right logical**
- **Coloca no registrador $t1 o resultado do deslocamento lógico de $t2 duas casas à direita (considerando o exemplo acima!)**
- **Preenche os espaços criados à esquerda com zeros**

Atenção! Deslocamento máximo de 31 posições!

srl $t1, $t2, 2