Instruções da Máquina Nativa

Transferência Memória-Registo (*Load*)

```
lb      Rdst,addr
lbu     Rdst,addr
lw      Rdst,addr
lwcz    CReg,addr
```

Transferência Registo-Memória (*Store*)

```
sb      Rsrc,addr
sw      Rsrc,addr
swcz    Creg,addr
```

Transferência Registo-Registo (*Move*)

```
mfhi    Rdst
mflo    Rdst
mthi    Rsrc
mtlo    Rsrc
mfcz    Rdst,Creg
mtcz    Rsrc,Creg
mov.d   FPdst,FPsrc
mov.s   FPdst,FPsrc
```

Manipulação de Const. (*Load Immediate*)

```
lui     Rdst,Imm
```

Instruções de Comparação

```
slt     Rdst,Rsrc1,Rsrc2
sltu    Rdst,Rsrc1,Rsrc2
slti    Rdst,Rsrc,Imm
sltiu   Rdst,Rsrc,Imm
```

Salto Relativo (*Branch*) e Absoluto (*Jump*)

```
bczf    Label
bczt    Label
beq     Rsrc1,Rsrc2,Label
bgez    Rsrc,Label
bgezal  Rsrc,Label
bgtz    Rsrc,Label
blez    Rsrc,Label
bltz    Rsrc,Label
bltzal  Rsrc,Label
bne     Rsrc1,Rsrc2,Label
j       Label
jal     Label
jalr    Rsrc
jr      Rsrc
```

Cálculo c/ Inteiros: Operações Aritméticas

```
add     Rdst,Rsrc1,Rsrc2
addi    Rdst,Rsrc,Imm
addiu   Rdst,Rsrc,Imm
addu    Rdst,Rsrc1,Rsrc2
div     Rsrc1,Rsrc2
divu    Rsrc1,Rsrc2
mult    Rsrc1,Rsrc2
multu   Rsrc1,Rsrc2
sub     Rdst,Rsrc1,Rsrc2
subu    Rdst,Rsrc1,Rsrc2
```

Cálculo c/ Inteiros: Op. Lógicas *Bitwise*

```
and     Rdst,Rsrc1,Rsrc2
andi    Rdst,Rsrc,Imm
nor     Rdst,Rsrc1,Rsrc2
or      Rdst,Rsrc1,Rsrc2
ori     Rdst,Rsrc,Imm
xor     Rdst,Rsrc1,Rsrc2
xori    Rdst,Rsrc,Imm
```

Cálculo c/ Inteiros: Operações de *Shift*

```
sll     Rdst,Rsrc1,Imm5
sllv    Rdst,Rsrc1,Rsrc2
sra     Rdst,Rsrc1,Imm5
srav    Rdst,Rsrc1,Rsrc2
srl     Rdst,Rsrc1,Imm5
srlv    Rdst,Rsrc1,Rsrc2
```

Cálculo em Vírgula Flutuante

```
abs.p   FPdst,FPsrc
add.p   FPdst,FPsrc1,FPsrc2
c.eq.p  FPsrc1,FPsrc2
c.le.p  FPsrc1,FPsrc2
c.lt.p  FPsrc1,FPsrc2
cvt.d.s FPdst,FPsrc
cvt.d.w FPdst,FPsrc
cvt.s.d FPdst,FPsrc
cvt.s.w FPdst,FPsrc
cvt.w.d FPdst,FPsrc
cvt.w.s FPdst,FPsrc
div.p   FPdst,FPsrc1, FPsrc2
mul.p   FPdst,FPsrc1, FPsrc2
neg.p   FPdst,FPsrc
sub.p   FPdst,FPsrc1, FPsrc2
```

Manipulação de Excepções e *Traps*

```
break   n
Nop
Eret
Syscall
```

Instruções da Máquina Virtual

Transferência Memória-Registo (*Load*)

```
l.d     FPdst,addr
l.s     FPdst,addr
```

Transferência Registo-Memória (*Store*)

```
s.d     FPsrc,addr
s.s     FPsrc,addr
```

Transferência Registo-Registo (*Move*)

```
move    Rdst,Rsrc
```

Manipulação de Const. (*Load Imm/sym*)

```
la      Rdst,sym
li      Rdst,IMM
l.d     FPdst,sym
l.s     FPdst,sym
```

Cálculo c/ Inteiros: Op. Aritméticas

```
abs     Rdst,Rsrc
div     Rdst,Rsrc,Src
divu    Rdst,Rsrc,Src
mul     Rdst,Rsrc,Src
mulu    Rdst,Rsrc,Src
mulo    Rdst,Rsrc,Src
mulou   Rdst,Rsrc,Src
neg     Rdst,Rsrc
negu    Rdst,Rsrc
rem     Rdst,Rsrc,Src
remu    Rdst,Rsrc,Src
```

Cálculo c/ Inteiros: Op. Lógicas *Bitwise*

```
not     Rdst,Rsrc
```

Cálculo c/ Inteiros: Operações de *Rotate*

```
rol     Rdst,Rsrc,Src
ror     Rdst,Rsrc,Src
```

Instruções de Comparação

```
seq     Rdst,Rsrc,Src
sge     Rdst,Rsrc,Src
sgeu    Rdst,Rsrc,Src
sgt     Rdst,Rsrc,Src
sgtu    Rdst,Rsrc,Src
sle     Rdst,Rsrc,Src
sleu    Rdst,Rsrc,Src
sne     Rdst,Rsrc,Src
```

Salto Relativo (*Branch*)

```
b       Label
beqz    Rsrc, Label
bge     Rsrc,Src,Label
bgeu    Rsrc,Src,Label
bgt     Rsrc,Src,Label
bgtu    Rsrc,Src,Label
ble     Rsrc,Src,Label
bleu    Rsrc,Src,Label
blt     Rsrc,Src,Label
bltu    Rsrc,Src,Label
bnez    Rsrc,Label
```

Arquitetura de Computadores II
DETI-UA

Tabela resumida das instruções da arquitetura MIPS

Tabela I: Registos do MIPS e convenção de uso

Nome Lóg.	Nome Real	Uso Convencionado
$zero	$0	Constante 0
$at	$1	Reservado pelo assemblador
$v0..$v1	$2..$3	Cálculo de expressões e valor de retorno das funções.
$a0..$a3	$4..$7	Primeiros 4 parâmetros das funções
$t0..$t7	$8..$15	Geral (não são preservados pelas funções)
$s0..$s7	$16..$23	Geral (não podem ser alterados pelas funções)
$t8..$t9	$24..$25	Geral (não são preservados pelas funções)
$k0..$k1	$26..$27	Reservado pelo *kernel* do S.O.
$gp	$28	Ponteiro para área global (*Global Pointer*)
$sp	$29	*Stack Pointer*
$fp	$30	*Frame Pointer*
$ra	$31	Endereço de retorno das funções (*Return Address*)

JLA, AO, TOS, Jan / 2017

Tabela III: Notação			
Imm	Valor imediato (constante) de 16 bits	**addr**	Endereço na forma **Imm(Rsrc) = (Rsrc) + Imm**
IMM	Valor imediato de 32 bits	**B_k(Rsrc)**	**Byte** índice **k** de **Rsrc**
Rsrc(1,2)	Registo fonte (1 ou 2)	**FPdst**	Registo destino do coprocessador aritmético
(Rsrc)	Conteudo de **Rsrc**	**FPsrc(1,2)**	Registo fonte do coprocessador aritmético (1 ou 2)
Rdst	Registo destino	**C_z**	Coprocessador nº **z**
CReg	Registo do Coprocessador **C_z**	**Src**	**Rsrc** ou **IMM**
sym	Endereço do símbolo (label) sym	**Imm5**	Valor imediato (constante) de 5 bits

Tabela IV: *System Calls* da placa DETPIC32			
Protótipo equivalent em C	**$v0**	**Parâmetros de entrada**	**Retorno**
char inkey(**void**)	1		$v0
char getChar(**void**)	2		$v0
void putChar(**char** ch)	3	$a0 = character	
unsigned int readInt(**unsigned int** base)	4	$a0 = base	$v0
int readInt10(**void**)	5		$v0
void printInt(**unsigned int** val, **unsigned int** base)	6	$a0 = val, $a1 = base	
void printInt10(**int** val)	7	$a0	
void printStr(**char** *str)	8	$a0 = str	
void readStr(**char ***buffer, **unsigned int** nc)	9	$a0 = buffer, $a1 = nc	
void exit(**int** code)	10	$a0 = exit code	
unsigned int readCoreTimer(**void**)	11		$v0
void resetCoreTimer(**void**)	12		

Tabela V - Directivas do Assembler	
Directivas	**Descrição**
Para controlo dos Segmentos	
`.data [address]`	Coloca os próximos items no segmento de dados do utilizador (opcionalmente a partir de *address*).
`.text [address]`	Coloca os próximos items no segmento de código do utilizador (opcionalmente a partir de *address*).
`.kdata [address]`	Coloca os próximos items no segmento de dados do *kernel* (opcionalmente a partir de *address*).
`.ktext [address]`	Coloca os próximos items no segmento de código do *kernel* (opcionalmente a partir de *address*).
Para criação de constantes e variáveis em memória:	
`.ascii str`	Armazena uma *string* em memória sem lhe acrescentar o terminador '\0'.
`.asciiz str`	Armazena uma *string* em memória acrescentando-lhe o terminador '\0'.
`.byte` $b_1, \ldots, b_n$	Armazena as grandezas de 8 bits $b_1, \ldots, b_n$ em sucessivos bytes de memória.
`.word` $w_1, \ldots, w_n$	Armazena as grandezas de 32 bits $w_1, \ldots, w_n$ em sucessivas palavras de memória.
`.float` $f_1, \ldots, f_n$	Armazena $f_1, \ldots, f_n$ em vírgula flutuante, precisão simples (32 bits) no seg. de dados.
`.double` $d_1, \ldots, d_n$	Armazena $d_1, \ldots, d_n$ em vírgula flutuante, precisão dupla (64 bits) no seg. de dados.
`.space n`	Reserva *n* bytes no segmento de dados, sem inicializar
`.equ name, val`	Atribui ao símbolo "name" o valor "val"
Para controlo do alinhamento:	
`.align n`	Alinha o próximo item num endereço múltiplo de 2^n.
Para referências externas:	
`.globl sym`	Declara que o símbolo `sym` é global e pode ser referenciado em outros ficheiros.
`.extern sym size`	Declara que o item associado a `sym` ocupa size bytes e é um símbolo global.
`.include <filename>`	Inclui o ficheiro especificado no campo "filename"

printInt(), "base": **16 lsbits** – [2.. 16], **16 msbits** – número de caracteres com que o resultado é apresentado (o valor por omissão é 0, i.e. sem formatação)

Tabela VI: Registos do CP0 do MIPS		
Nome Lógico	**Nome Real**	**Conteúdo**
$BadVAddr	$8	Endereço de memória inválido que causou a excepção
$Status	$12	Interrupt mask & Enable bits
$Cause	$13	Tipo de excepção e interrupt bits
$EPC	$14	Endereço da instrução que causou a excepção

Tabela VII: Valores dos bits [5..2] do registo Cause		
Valor	**Nome**	**Significado**
0	INT	External Interrupt
4	ADDRL	Add error exception (load or store)
5	ADDRS	Add error exception (fetch)
6	IBUS	Bus error on instruction fetch
7	DBUS	Bus error on data load or store
8	SYSCALL	Syscall exception
9	BKPT	Break point exception
10	RI	Reserved instruction exception
12	OVF	Overflow exception