

Practica 4 - WinMIPS64

23 de octubre de 2020

Repaso MSX88

- 4 Registros de Proposito General de 16 Bits
 - Pueden ser visto como 8 registros de 8 Bits
- 65.536 (2^{16}) bytes de memoria.
- Pila
- Flags
- Memoria de Datos y Programas es la misma
- Muchas instrucciones pueden acceder a la memoria
- Instrucciones de tamaño variable
- Directivas del ensamblador
 - ORG, DW, DB, END, OFFSET

WinMIPS64

- 32 Registros de Proposito General de 64 Bits (r0 .. r31)
 - r0 vale siempre 0
- 32 Registros de punto flotante de 64 Bits (f0 .. f31)
- Memoria de Datos y Programas estan separadas
- 4.096 (2^{12}) bytes de memoria para datos.
- No hay pila
- No hay flags
- Acceso a memoria limitado a 2 instrucciones (y sus variantes)
 - LOAD: obtener valores de la memoria
 - STORE: almacenar un valor en la memoria
- Instrucciones de tamaño fijo, 32bits

Ejecucion Secuencial

- Una CPU puede ejecutar una instrucción en varias etapas:
 - Obtener la proxima instrucción
 - Decodificar la instrucción
 - Ejecutar la instrucción
 - Actualizar los resultados
- En el caso del MSX88, cada instruccion va pasando por los diferentes estados y una vez finalizada dicha instrucción, se obtiene la siguiente.
- Suponiendo que cada etapa se realiza en un ciclo de reloj de CPU:
 - Cada instrucción tarda en ejecutarse 4 ciclos
 - 1 instrucción, 4 ciclos
 - 2 instrucciones, 8 ciclos
 - 3 instrucciones, 12 ciclos
 - 10 instrucciones, 40 ciclos
 - n cantidad de instrucciones se ejecutaran en $4 * n$ ciclos.

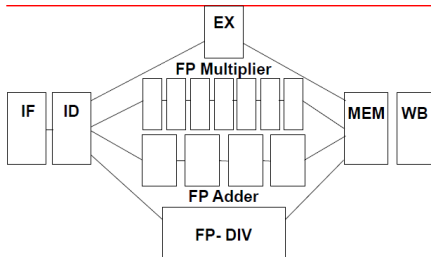
Segmentación de Cause

- Si las etapas son independientes podemos ejecutarlas en paralelo
- Mientras ejecutamos una etapa de una instrucción, ejecutamos otra etapa de otra instrucción.
- De esta manera usamos mejor la CPU, todas las etapas están en funcionamiento en cada ciclo de CPU.
 - Cada instrucción tarda en ejecutarse 4 ciclos
 - 1 instrucción, 4 ciclos
 - 2 instrucciones, 5 ciclos
 - 3 instrucciones, 6 ciclos
 - 10 instrucciones, 13 ciclos
 - n cantidad de instrucciones se ejecutarán en $3 + n$ ciclos.
- A esta técnica se la llama Segmentación de Cause

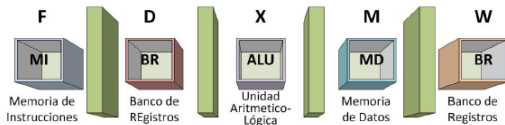
Ciclo de Instrucción de WinMIPS64

- Búsqueda (IF)
 - Se accede a la memoria buscando la instrucción
 - Se incrementa el PC
- Decodificación / Búsqueda de Operandos (ID)
 - Se decodifica la instrucción
 - Se accede al banco de registro por los operandos en la segunda mitad del ciclo. No puede avanzar si no están disponibles.
 - Si es un salto, se determina si hay que realizarlo o no
- Ejecución / Dirección Efectiva (EX)
 - Si es una instrucción aritmético/lógica, se ejecuta en la ALU
 - Si es acceso a memoria, se calcula la dirección efectiva
 - Si es un salto, se calcula el nuevo PC
- Acceso a Memoria (MEM)
 - Si es un acceso a memoria, se accede
- Almacenamiento (WB)
 - Se almacena el resultado (si existiese) en el banco de registros en la primera mitad del ciclo

- Cada etapa se ejecuta en un ciclo de reloj, salvo algunas operaciones aritmeticas de punto flotante, que tienen unidades de ejecuciión separadas
- Las etapas de cada unidad de ejecución dependen de la operación a realizar:
 - Suma se realiza en 4 ciclos, con 4 etapas
 - Multiplicación se realiza en 7 ciclos, con 7 etapas
 - División se realiza en 24 ciclos, 1 etapa
- Distintas unidades de ejecución pueden estar activas al mismo tiempo



Ejemplo



Instrucción 1	MI	BR	ALU	MD	BR				
Instrucción 2		MI	BR	ALU	MD	BR			
Instrucción 3			MI	BR	ALU	MD	BR		
Instrucción 4				MI	BR	ALU	MD	BR	
Instrucción 5				MI	BR	ALU	MD	BR	

Directivas de Ensamblador

- Directivas generales
 - *.data*: comienzo de segmento de datos
 - *.text* o *.code*: comienzo de segmento de código
- Las directivas que mas vamos a usar son *.data* y *.code*.
Recordar que la memoria de programas y datos son diferentes.
- Las variables van en el segmento de datos, acordarse antes de empezar a definir variables de escribir la directiva *.data*.
- Las instrucciones van en el segmento de código. Antes de escribir instrucciones, acordarse de usar la directiva *.code*
- En un programa puedo intercalar directivas *.data* y *.code*
- Las etiquetas se definen con un nombre y dos puntos (:), pueden usarse para referenciar partes de un programa (en saltos) como para nombrar variables
- La CPU empieza a ejecutar instrucción a partir de la posición de memoria 0. Por lo que no es necesario usar la directiva *.org*.

Variables

Las variables se deben guardar en la memoria de datos.

- `.word w1`: guarda un word (64-bits, 8 bytes)
- `.byte b1`: guarda un byte (8-bits, 1 byte)
- `.word32 n1`: guarda un número(s) de 32 bit (32-bits, 4 bytes)
- `.word16 n`: guarda un número(s) de 16 bit (16-bits, 2 bytes)
- `.double f`: guarda un número de punto flotante (64-bits, 8 bytes)
- `.ascii "cadena"`: guarda una cadena ascii
- `.asciiz "cadena"`: guarda una cadena ascii terminada en cero

Variables

```
numero1: .word -50  
numero2: .word 12302  
cadena: .asciiz "Hola_Mundo"
```

- Los números pueden ser:
 - Números sin signo, en este caso se guardan en BSS
 - Números con signo, en este caso se guardan en Ca2
- Acordarse, que es nuestro programa el que le da significado a los números

Generalidades

- Hay instrucciones específicas para leer y escribir en memoria.
- Las instrucciones aritmético-lógicas poseen 3 operandos, el primer operando es en el que se va a guardar el resultado, el 2do y 3ro son los parámetros de la operación.
- La instrucción *HALT* se utiliza para detener el simulador.
- La instrucción *NOP* es una instrucción que no realiza ninguna operación. Mas adelante vamos a ver su utilidad.
- El registro *r0* siempre vale 0, no se puede cambiar su valor.
- Las instrucciones de punto flotante solo aceptan como parámetros registros de punto flotante. Salvo las instrucciones de conversión entre punto flotante/punto fijo, no hay instrucciones que acepten diferentes tipos de registros.

Instrucciones Generales con valores inmediatos

Son instrucciones aritmetico/lógicas donde el tercer parámetro es un valor inmediato.

- *DADDI r10, r12, 25*: Suma $r12 + 25$ y lo guarda en *r10*
- *ANDI r8, r10, 11*: Hace la operación AND entre *r10* y 11 y lo guarda en *r8*
- *ORI r3, r11, 33*: Hace la operación OR entre *r11* y 33 y lo guarda en *r3*
- *XORI r12, r20, 111*: Hace la operación XOR entre *r20* y 111 y lo guarda en *r12*
- *SLTI r3, r5, 100*: Si *r5* es menor que 100 entonces *r3* es 1, sino *r3* es 0

Notar que todas las instrucciones finalizan con *l*.

Instrucciones manipulación de Registros

- *DADD r1, r2, r3*: Suma $r2 + r3$ y lo guarda en *r1*
- *DSUB r10, r12, r13*: Resta $r12 - r13$ y lo guarda en *r10*
- *AND r8, r10, r11*: Hace la operación AND entre *r10* y *r11* y lo guarda en *r8*
- *OR r3, r11, r13*: Hace la operación OR entre *r11* y *r13* y lo guarda en *r3*
- *XOR r1, r20, r1*: Hace la operación XOR entre *r20* y *r1* y lo guarda en *r1*
- *SLT r3, r5, r0*: Si *r5* es menor que *r0* entonces *r3* es 1, sino *r3* es 0

Accesos a memoria

- Los accesos a memoria se realizan con 2 instrucciones: LOAD y STORE
 - *LD r10, desplaz(r15)*: Leer desde memoria y guardarlo en el registro *r10*
 - *SD r10, desplaz(r15)*: Guardar en memoria el valor del registro *r10*
- La dirección desde donde leer/escribir se calcula como la suma de *desplaz + r15*
- *desplaz* puede ser el nombre de una variable, o un número.

Accesos a memoria - Variables

```
.data
numero: .word 25
.code
LD r1, numero(r0)
DADDI r5, r0, numero
LD r2, 0(r5)
```

- La instrucción *LD r1, numero(r0)* carga en el registro *r1*, lo que vale la variable *numero*
- La instrucción *LD r2, 0(r5)* carga en el registro *r2*, el mismo valor
 - Primero cargamos el registro *r5* el offset de la variable *numero*
 - La dirección de *LD r2, 0(r5)* es $r5 + 0 = \text{numero} + 0 = \text{numero}$

Accesos a memoria - Tablas

```
.data
tabla: .word 25, 50, 75, 100
.code
DADD r10, r0, r0      ; r10 = 0
LD r2, tabla(r10)
DADDI r10, r10, 8     ; r10 = r10 + 8
LD r3, tabla(r10)
```

- Podemos obtener los diferentes valores de una tabla
- El registro *r10* es nuestro índice en la tabla
- Debemos incrementar *r10* en 8, ya que cada elemento de la tabla es de 64bits (8 bytes)

Accesos a memoria - Tablas II

```
.data
tabla: .word 25, 50, 75, 100
.code
DADDI r11, r0, tabla    ; r11 = tabla
LD r2, 0(r11)
DADDI r11, r11, 8      ; r11 = r11 + 8
LD r3, 0(r11)
```

- Alternativamente podemos realizar lo mismo de antes de otra manera.
- El registro *r11* es nuestra posición en la memoria
- Debemos incrementar *r11* en 8, ya que cada elemento de la tabla es de 64bits (8 bytes)

Accesos a memoria - Leer Memoria

Las diferentes variantes de la instrucción *LOAD*:

- *LD r1, offset(r2)*: Load Doubleword (64 bits)
- *LB r1, offset(r2)*: Load Byte
- *LBU r1, offset(r2)*: Load Byte s/signo
- *LH r1, offset(r2)*: Load Halfword (16 bits)
- *LHU r1, offset(r2)*: Load Halfword s/signo
- *LW r1, offset(r2)*: Load Word (32 bits)
- *LWU r1, offset(r2)*: Load Word s/signo

LB, *LH* y *LW* extienden el bit de signo.

Accesos a memoria - Escribir Memoria

Las diferentes variantes de la instrucción *STORE*:

- *SD r1, offset(r2)*: Store Doubleword
- *SB r1, offset(r2)*: Store Byte
- *SH r1, offset(r2)*: Store Halfword
- *SW r1, offset(r2)*: Store Word

Control de Flujo

- Salto incondicional:
 - *J etiqueta*: Saltar a etiqueta
- Salto condicional que compara 2 registros:
 - *BEQ r1, r2, etiqueta*: si $r1 = r2$ saltar a etiqueta
 - *BNE r1, r2, etiqueta*: si $r1 \neq r2$ saltar a etiqueta
- Salto condicional que compara con cero:
 - *BEQZ r1, etiqueta*: si $r1 = 0$ saltar a etiqueta
 - *BNEZ r1, etiqueta*: si $r1 \neq 0$ saltar a etiqueta

Ejemplo 1

```
.data
A: .word 1
B: .word 2
.code
    LD    R1, A(R0) ; Cargo R1 con A
    LD    R2, B(R0) ; Cargo R2 con B
    SD    R2, A(R0) ; Guardo en A R2
    SD    R1, B(R0) ; Guardo en A R1
    HALT
```

Ejemplo 2

.data

A: .word 1

B: .word 6

.code

LD R1, A(R0)

LD R2, B(R0)

LOOP: DSSL R1, R1, 1

DADDI R2, R2, -1

BNEZ R2, LOOP

HALT

Manejo de una Tabla

```
.data
TABLA: .word 20, 1, 14, 3, 2, 58, 18, 7, 12, 11
NUM:   .word 7
LONG:  .word 10

.code
LD      R1, LONG(R0)
LD      R2, NUM(R0)
DADD    R3, R0, R0
DADD    R10, R0, R0
LOOP:   LD      R4, TABLA(R3)
        BEQ     R4, R2, LISTO
        DADDI   R1, R1, -1
        DADDI   R3, R3, 8
        BNEZ    R1, LOOP
        J       FIN
LISTO:  DADDI   R10, R0, 1
FIN:    HALT
```