Juan Menduiña

Trabajo Práctico N° 6:
Procesador RISC (Utilizando la E/S).

Ejercicio 1.

El siguiente programa produce la salida de un mensaje predefinido en la ventana Terminal del simulador WinMIPS64. Teniendo en cuenta las condiciones de control del puerto de E/S (en el resumen anterior), modificar el programa de modo que el mensaje a mostrar sea ingresado por teclado en lugar de ser un mensaje fijo.

```
            .data
TEXTO:      .asciiz "Hola, Mundo!"      ; El mensaje a mostrar
CONTROL:    .word32 0x10000
DATA:       .word32 0x10008

            .code
            lwu $s0, DATA($zero)        ; $s0 = dirección de DATA
            daddi $t0, $zero, TEXTO     ; $t0 = dirección del mensaje a mostrar
            sd $t0, 0($s0)              ; DATA recibe el puntero al comienzo del
      mensaje
            lwu $s1, CONTROL($zero)     ; $s1 = dirección de CONTROL
            daddi $t0, $zero, 6         ; $t0 = 6 -> función 6: limpiar pantalla
      alfanumérica
            sd $t0, 0($s1)              ; CONTROL recibe 6 y limpia la pantalla
      alfanumérica
            daddi $t0, $zero, 4         ; $t0 = 4 -> función 4: salida de una cadena
      ASCII
            sd $t0, 0($s1)              ; CONTROL recibe 4 y produce la salida del
      mensaje
            halt
```

```
            .data
CONTROL:    .word 0x10000
DATA:       .word 0x10008
MSJ:        .asciiz "INTRODUCIR Hola, Mundo!:\n"
STR:        .asciiz ""

            .code
            ld $s0, CONTROL($0)
            ld $s1, DATA($0)
            daddi $t1, $0, MSJ
            sd $t1, 0($s1)
            daddi $t0, $0, 4
            sd $t0, 0($s0)
            daddi $t0, $0, 9
            dadd $t2, $0, $0
            daddi $t3, $0, 12
LAZO:       sd $t0, 0($s0)
```

```
lbu $t1, 0($s1)
sb $t1, STR($t2)
daddi $t3, $t3, -1
daddi $t2, $t2, 1
bnez $t3, LAZO
daddi $t1, $0, STR
sd $t1, 0($s1)
daddi $t0, $0, 4
sd $t0, 0($s0)
halt
```

Ejercicio 2.

Escribir un programa que utilice, sucesivamente, dos subrutinas: la primera, denominada INGRESO, debe solicitar el ingreso por teclado de un número entero (de un dígito), verificando que el valor ingresado, realmente, sea un dígito; la segunda, denominada MUESTRA, deberá mostrar, en la salida estándar del simulador (ventana Terminal), el valor del número ingresado expresado en letras (es decir, si se ingresa un "4", deberá mostrar "CUATRO"). Establecer el pasaje de parámetros entre subrutinas respetando las convenciones para el uso de los registros y minimizar las detenciones del cauce (ejercicio similar al Ejercicio 6 de la Práctica 2).

```
                .data
CONTROL:        .word 0x10000
DATA:           .word 0x10008
MSJ:            .asciiz "INTRODUCIR UN NUMERO ENTERO DE UN
DIGITO:\n"
ERROR:          .asciiz "ERROR"
MENOSNUEVE:     .asciiz "MNUEVE"
MENOSOCHO:      .asciiz "MOCHO"
MENOSSIETE:     .asciiz "MSIETE"
MENOSSEIS:      .asciiz "MSEIS"
MENOSCINCO:     .asciiz "MCINCO"
MENOSCUATRO:    .asciiz "MCUATRO"
MENOSTRES:      .asciiz "MTRES"
MENOSDOS:       .asciiz "MDOS"
MENOSUNO:       .asciiz "MUNO"
CERO:           .asciiz "CERO"
UNO:            .asciiz "UNO"
DOS:            .asciiz "DOS"
TRES:           .asciiz "TRES"
CUATRO:         .asciiz "CUATRO"
CINCO:          .asciiz "CINCO"
SEIS:           .asciiz "SEIS"
SIETE:          .asciiz "SIETE"
OCHO:           .asciiz "OCHO"
NUEVE:          .asciiz "NUEVE"

                .code
                ld $s0, CONTROL($0)
                ld $s1, DATA($0)
                daddi $t1, $0, MSJ
                sd $t1, 0($s1)
                daddi $t0, $0, 4
                sd $t0, 0($s0)
                jal INGRESO
                dadd $a0, $v0, $0
                jal MUESTRA
                halt
```

```
INGRESO:    daddi $v0, $0, -10
            daddi $t0, $0, 8
            sd $t0, 0($s0)
            ld $t1, 0($s1)
            slti $t2, $t1, 10
            bez $t2, FIN
            dadd $v0, $t1, $0
FIN:        jr $ra

MUESTRA:    daddi $t3, $0, 8
            dmul $t4, $a0, $t3
            daddi $t5, $t4, CERO
            sd $t5, 0($s1)
            daddi $t6, $0, 4
            sd $t6, 0($s0)
            jr $ra
```

Ejercicio 3.

Escribir un programa que realice la suma de dos números enteros (de un dígito cada uno) utilizando dos subrutinas: la denominada INGRESO del ejercicio anterior (ingreso por teclado de un dígito numérico) y otra denominada RESULTADO, que muestre, en la salida estándar del simulador (ventana Terminal), el resultado numérico de la suma de los dos números ingresados (ejercicio similar al Ejercicio 7 de la Práctica 2).

```
                .data
CONTROL:        .word 0x10000
DATA:           .word 0x10008
MSJ1:           .asciiz "INTRODUCIR DOS NUMEROS ENTEROS:\n"
MSJ2:           .asciiz "SU SUMA ES IGUAL A:\n"

                .code
                ld $s0, CONTROL($0)
                ld $s1, DATA($0)
                daddi $t1, $0, MSJ1
                sd $t1, 0($s1)
                daddi $t0, $0, 4
                sd $t0, 0($s0)
                daddi $t3, $0, -99
                jal INGRESO
                beq $v0, $t3, FIN1
                dadd $a0, $v0, $0
                jal INGRESO
                beq $v0, $t3, FIN1
                dadd $a1, $v0, $0
                jal RESULTADO
FIN1:           halt

INGRESO:        daddi $v0, $0, -99
                daddi $t0, $0, 8
                sd $t0, 0($s0)
                ld $t1, 0($s1)
                slti $t2, $t1, 10
                beqz $t2, FIN2
                dadd $v0, $t1, $0
FIN2:           jr $ra

RESULTADO:      daddi $t1, $0, MSJ2
                sd $t1, 0($s1)
                daddi $t0, $0, 4
                sd $t0, 0($s0)
                dadd $t0, $a0, $a1
                sd $t0, 0($s1)
                daddi $t1, $0, 2
                sd $t1, 0($s0)
                jr $ra
```

Ejercicio 4.

Escribir un programa que solicite el ingreso por teclado de una clave (sucesión de cuatro caracteres) utilizando la subrutina CHAR de ingreso de un caracter. Luego, se debe comparar la secuencia ingresada con una cadena almacenada en la variable CLAVE. Si las dos cadenas son iguales entre sí, la subrutina llamada RESPUESTA mostrará el texto "Bienvenido" en la salida estándar del simulador (ventana Terminal). En cambio, si las cadenas no son iguales, la subrutina deberá mostrar "ERROR" y solicitar, nuevamente, el ingreso de la clave.

```
                    .data
CONTROL:            .word 0x10000
DATA:               .word 0x10008
CLAVE:              .asciiz "JUAN"
MSJ_BIENV:          .asciiz "BIENVENIDO"
MSJ_ERROR:          .asciiz "ERROR. INTRODUCIR, NUEVAMENTE, LA
CLAVE:\n"
MSJ:                .asciiz "INTRODUCIR UNA CLAVE DE CUATRO
CARACTERES:\n"

                    .code
                    daddi $sp, $0, 0x400
                    ld $s0, CONTROL($0)
                    ld $s1, DATA($0)
                    daddi $t1, $0, MSJ
                    sd $t1, 0($s1)
                    daddi $t0, $0, 4
                    sd $t0, 0($s0)
                    daddi $a2, $0, CLAVE
                    jal CHAR
                    halt

CHAR:               daddi $sp, $sp, -16
                    sd $ra, 0($sp)
                    sd $s2, 8($sp)
                    daddi $t0, $0, 9
                    dadd $s2, $a2, $0
                    daddi $t3, $0, 4
                    dadd $t4, $0, $0
LAZO:               sd $t0, 0($s0)
                    lbu $t1, 0($s1)
                    lbu $t5, 0($s2)
                    beq $t1, $t5, NO_SON_IGUALES
                    daddi $t4, $t4, 1
NO_SON_IGUALES:     daddi $t3, $t3, -1
                    daddi $s2, $s2, 1
                    beqz $t3, FIN1
                    j LAZO
FIN1:               beq $t4, $t3, FIN2
```

```
                daddi $t6, $0, MSJ_ERROR
                sd $t6, 0($s1)
                jal RESPUESTA
                daddi $t3, $0, 4
                dadd $t4, $0, $0
                dadd $s2, $a2, $0
                j LAZO
FIN2:           daddi $t6, $0, MSJ_BIENV
                sd $t6, 0($s1)
                jal RESPUESTA
                ld $ra, 0($sp)
                ld $s2, 8($sp)
                daddi $sp, $sp, 16
                jr $ra

RESPUESTA:      daddi $t7, $0, 4
                sd $t7, 0($s0)
                jr $ra
```

Ejercicio 5.

Escribir un programa que calcule el resultado de elevar un valor en punto flotante a la potencia indicada por un exponente que es un número entero positivo. Para ello, en el programa principal, se solicitará el ingreso de la base (un número en punto flotante) y del exponente (un número entero sin signo) y se deberá utilizar la subrutina A_LA_POTENCIA para calcular el resultado pedido (que será un valor en punto flotante). Tener en cuenta que cualquier base elevada a la 0 da como resultado 1. Mostrar el resultado numérico de la operación en la salida estándar del simulador (ventana Terminal).

```
                .data
CONTROL:        .word 0x10000
DATA:           .word 0x10008
BASE:           .word 0.0
EXP:            .word 0
RES:            .double 0
UNO:            .double 1.0
MSJ1:           .asciiz "BASE en Flotante: \n"
MSJ2:           .asciiz "EXPONENTE en BSS: \n"
MSJ3:           .asciiz "RESULTADO:\n"

                .code
                ld $s0, CONTROL($0)
                ld $s1, DATA($0)
                daddi $t1, $0, MSJ1
                sd $t1, 0($s1)
                daddi $t0, $0, 4
                sd $t0, 0($s0)
                daddi $t0, $0, 8
                sd $t0, 0($s0)
                l.d f1, 0($s1)
                s.d f1, BASE($0)
                daddi $t1, $0, MSJ2
                sd $t1, 0($s1)
                daddi $t0, $0, 4
                sd $t0, 0($s0)
                daddi $t0, $0, 8
                sd $t0, 0($s0)
                ld $a0, 0($s1)
                sd $a0, EXP($0)
                jal A_LA_POTENCIA
                s.d f2, RES($0)
                daddi $t1, $0, MSJ3
                sd $t1, 0($s1)
                daddi $t0, $0, 4
                sd $t0, 0($s0)
                s.d f2, 0($s1)
                daddi $t0, $0, 3
```

```
                        sd $t0, 0($s0)
                        halt

A_LA_POTENCIA:          l.d f2, UNO($0)
                        dadd $t0, $a0, $0
LAZO:                   beqz $t0, FIN
                        mul.d f2, f2, f1
                        daddi $t0, $t0, -1
                        j LAZO
FIN:                    jr $ra
```

Ejercicio 6.

El siguiente programa produce una salida estableciendo el color de un punto de la pantalla gráfica (en la ventana Terminal del simulador WinMIPS64). Modificar el programa de modo que las coordenadas y color del punto sean ingresados por teclado.

```
            .data
COORX:      .byte 24                ; coordenada X de un punto
COORY:      .byte 24                ; coordenada Y de un punto
COLOR:      .byte 255, 0, 255, 0    ; color: máximo rojo + máximo azul -> magenta
CONTROL:    .word32 0x10000
DATA:       .word32 0x10008

            .code
            lwu $s6, CONTROL($zero)  ; $s6 = dirección de CONTROL
            lwu $s7, DATA($zero)     ; $s7 = dirección de DATA
            daddi $t0, $zero, 7      ; $t0 = 7 -> función 7: limpiar pantalla gráfica
            sd $t0, 0($s6)           ; CONTROL recibe 7 y limpia la pantalla gráfica
            lbu $s0, COORX($zero)    ; $s0 = valor de coordenada X
            sb $s0, 5($s7)           ; DATA+5 recibe el valor de coordenada X
            lbu $s1, COORY($zero)    ; $s1 = valor de coordenada Y
            sb $s1, 4($s7)           ; DATA+4 recibe el valor de coordenada Y
            lwu $s2, COLOR($zero)    ; $s2 = valor de color a pintar
            sw $s2, 0($s7)           ; DATA recibe el valor del color a pintar
            daddi $t0, $zero, 5      ; $t0 = 5 -> función 5: salida gráfica
            sd $t0, 0($s6)           ; CONTROL recibe 5 y produce el dibujo del punto
            halt
```

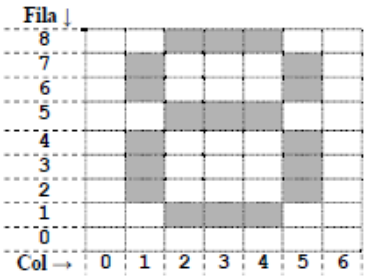
```
            .data
CONTROL:    .word 0x10000
DATA:       .word 0x10008
COORX:      .byte 24
COORY:      .byte 24
COLOR:      .byte 255, 0, 255, 0

            .code
            ld $s0, CONTROL($0)
            ld $s1, DATA($0)
            daddi $t0, $0, 7
            sd $t0, 0($s0)
            lbu $t0, COORX($0)
            sb $t0, 5($s1)
            lbu $t1, COORY($0)
            sb $t1, 4($s1)
            lwu $t2, COLOR($0)
```

```
                sw $t2, 0($s1)
                daddi $t0, $0, 5
                sd $t0, 0($s0)
                halt

                .data
CONTROL:        .word 0x10000
DATA:           .word 0x10008
COORX:          .byte 0
COORY:          .byte 0
COLOR:          .byte 0, 0, 0, 0
MSJ1:           .asciiz "INTRODUCIR COORDENADA X:\n"
MSJ2:           .asciiz "INTRODUCIR COORDENADA Y:\n"
MSJ3:           .asciiz "INTRODUCIR RGBA:\n"

                .code
                ld $s0, CONTROL($0)
                ld $s1, DATA($0)
                daddi $t1, $0, MSJ1
                sd $t1, 0($s1)
                daddi $t0, $0, 4
                sd $t0, 0($s0)
                daddi $t0, $0, 8
                sb $t0, 0($s0)
                lbu $t2, 0($s1)
                sb $t2, COORX($0)
                daddi $t1, $0, MSJ2
                sd $t1, 0($s1)
                daddi $t0, $0, 4
                sd $t0, 0($s0)
                daddi $t0, $0, 8
                sb $t0, 0($s0)
                lbu $t2, 0($s1)
                sb $t2, COORY($0)
                daddi $t1, $0, MSJ3
                sd $t1, 0($s1)
                daddi $t0, $0, 4
                sd $t0, 0($s0)
                daddi $a0, $0, 0
                daddi $a1, $0, 4
LAZO:           daddi $t0, $0, 8
                sb $t0, 0($s0)
                lbu $t2, 0($s1)
                sb $t2, COLOR($a0)
                daddi $a1, $a1, -1
                daddi $a0, $a0, 1
                bnez a1, LAZO
                daddi $t0, $0, 7
                sd $t0, 0($s0)
                lbu $t0, COORX($0)
```

```
sb $t0, 5($s1)
lbu $t1, COORY($0)
sb $t1, 4($s1)
lwu $t2, COLOR($0)
sw $t2, 0($s1)
daddi $t0, $0, 5
sd $t0, 0($s0)
halt
```

Ejercicio 7.

Se desea realizar la demostración de la transformación de un caracter codificado en ASCII a su visualización en una matriz de puntos con 7 columnas y 9 filas. Escribir un programa que realice tal demostración, solicitando el ingreso por teclado de un carácter para, luego, mostrarlo en la pantalla gráfica de la terminal. El carácter "8" es representado como:



Ejercicio 8.

El siguiente programa implementa una animación de una pelotita rebotando por la pantalla. Modificarlo para que, en lugar de una pelotita, se muestren, simultáneamente, varias pelotitas (cinco, por ejemplo), cada una con su posición, dirección y color particular.

Ejercicio 9.

Escribir un programa que le permita dibujar en la pantalla gráfica de la terminal. Deberá mostrar un cursor (representado por un punto de un color particular) que pueda desplazarse por la pantalla usando las teclas "a", "s", "d" y "w" para ir a la izquierda, abajo, a la derecha y arriba, respectivamente. Usando la barra espaciadora, se alternará entre modo desplazamiento (el cursor pasa por arriba de lo dibujado sin alterarlo) y modo dibujo (cada punto por el que el cursor pasa quedará pintado del color seleccionado). Las teclas del "1" al "8" se usarán para elegir uno entre los ocho colores disponibles para pintar.

Observaciones: Para poder implementar este programa, se necesitará almacenar, en la memoria, la imagen completa de la pantalla gráfica. Si cada punto está representado por un byte, se necesitarán 50x50x1= 2.500 bytes. El simulador WinMIPS64 viene configurado para usar un bus de datos de 10 bits, por lo que la memoria disponible estará acotada a 2^{10} *= 1.024 bytes. Para poder almacenar la imagen, será necesario configurar el simulador para usar un bus de datos de 12 bits, ya que* 2^{12} *= 4.096 bytes, los que si resultarán suficientes. La configuración se logra yendo al menú "Configure → Architecture" y poniendo "Data Address Bus" en 12 bits, en lugar de los 10 bits que trae por defecto.*