

1 (2 puntos) Explique cuales son los tipos de registros contenidos en el procesador y especifique dos registros característicos de cada tipo, especificando la función que realizan.

SOLUCIÓN

Los registros de la CPU se clasifican en: registros de propósito general, registros de propósito específico y registros transparentes.

Los registros de propósito general se agrupan en el banco de registros del procesador y se usan explícitamente en las instrucciones. Se numeran desde el registros R0 hasta el Ri, dependiendo del número de ellos que contenga el procesador. Son iguales en su función que permite que su contenido sea tanto un dato como una dirección.

Los registros de propósito general, como su nombre indica, realizan una función determinada. Dos ejemplos de ellos son: Registro contador de programa (PC) que contiene la dirección de la siguiente instrucción a ejecutar. Registro de estado (SR) que contiene información sobre el resultado de la última operación, aritmética o lógica, realizada por la ALU.

Los registros transparentes los son al programa, puesto que son utilizados por la CPU para labores internas. Como ejemplo de ellos están los registros de memoria: Registro de direcciones (AR) que contiene la dirección de memoria a la que se va a acceder para leer o escribir. Registro de datos (DR) que contiene la información leída de memoria o la que se va a escribir en ella.

2 (5 puntos)

a) Las dos cadenas de 32 bits $A = H'44C8C800$ y $B = H'C7FFF000$ corresponden a dos números representados según el estándar de coma flotante IEEE754 (32 bits). Determine sus valores decimales.

b) Un computador cuenta con un formato de coma flotante de 16 bits que sigue las convenciones del estándar IEEE754 en todo excepto en los tamaños, es decir, usa el mismo tipo de representaciones especiales, representación del exponente, bit implícito, situación de la coma, representaciones normalizadas y no normalizadas, así como bits de guarda y redondeo. El primer bit corresponde al signo, los ocho siguientes al exponente y los siete restantes a la mantisa.

b.1) Determine el rango y la resolución de este formato.

b.2) Represente los números A y B (del apartado a) en este formato de 16 bits. Si es necesario, utilice redondeo al más próximo.

b.3) Determine el error absoluto producido en la representación de cada número.

b.4) Realice suma $A+B$ utilizando dos bits de guarda, un bit retenedor y redondeo al más próximo dejando el resultado en el formato de 16 bits. Determine el valor decimal de dicho resultado.

SOLUCIÓN

a) Valores de los números representados en el standard.

El standard IEEE 754 de 32 bits tiene su mantisa expresada en signo magnitud. El primer bit es el de signo, los 8 siguientes representan el exponente en exceso 127 y los 23 últimos la magnitud de la mantisa con bit implícito y la coma a la derecha de este. Por tanto:

$$A = H'44C8C800 = 0 \ 10001001 \ 100100011001000000000000 = +1,100100011001000000000000 \cdot 2^{10}$$

$$A = +11001000110,01 = +1606,25$$

$$B = H'C7FFF000 = 1 \ 10001111 \ 111111111110000000000000 = -1,111111111110000000000000 \cdot 2^{16}$$

$$B = -1 \ 1111 \ 1111 \ 1110 \ 0000 = -131040$$

b) Formato de coma flotante de 16 bits.

Rango y resolución:

Exponente: $[-127, 128]$. Como hay que reservar el exponente -127 para la representación del cero y los no normalizados y el 128 para los infinitos y el NaN, el rango útil del exponente es $[-126, 127]$.

Normalizados:

$$\text{bantisa: } \pm \begin{cases} 1,0000000 & \rightarrow 1 \\ 1,1111111 & \rightarrow 2 - 2^{-7} \end{cases}$$

$$\text{Rango} = \pm [1 \cdot 2^{-126}, (2 - 2^{-7}) \cdot 2^{127}]$$

No normalizados:

$$\text{Mantisa: } \pm \begin{cases} 0,0000000 & \rightarrow 0 \\ 0,0000001 & \rightarrow 2^{-7} \\ 1,1111111 & \rightarrow 1 - 2^{-7} \end{cases}$$

$$\text{Rango} = \pm [2^{-7} \cdot 2^{-126}, (1 - 2^{-7}) \cdot 2^{-126}] \cup 0$$

$$\text{Resolucion} = 2^{-10} \cdot 2^E$$

c) Representación de A y B con redondeo al más próximo

$$A = +1,100100011001000000000000 \cdot 2^{10} = 1,1001001 \cdot 2^{10}$$

$$A = 0 \ 10001001 \ 1001001 = \text{H}'44\text{C9}$$

$$B = -1,111111111110000000000000 \cdot 2^{16} = 10,0000000 \cdot 2^{16}$$

$$B = 1,0000000 \cdot 2^{17} = 1 \ 10010000 \ 0000000 = \text{H}'\text{C800}$$

d) Error absoluto cometido en la representación.

$$A = 1,1001001 \cdot 2^{10} = 110 \ 0100 \ 1000 = 1608$$

$$\text{Error} = 1,75$$

$$B = -1,0000000 \cdot 2^{17} = -10 \ 0000 \ 0000 \ 0000 \ 0000 = -131072$$

$$\text{Error} = 32$$

e) Operación A+B en el formato de coma flotante de 16 bits.

Los números a restar son:

$$A = 1,1001001 \cdot 2^{10} \quad y \quad -1,0000000 \cdot 2^{17}$$

Comparación de exponentes:

$$E_A - E_B = 10 - 17 = -7$$

Hay que desplazar la mantisa de A 7 lugares a la derecha.

Al tener los números distinto signo la operación a realizar es una resta y hay que restar la mantisa de mayor valor absoluto menos la de menor valor absoluto, es decir, la de B menos la de A, y el signo del resultado es el de B, es decir, negativo.

M_B	-	1,0000000 00 0	
M_A	+	0,0000001 10 1	
		0,1111110 01 1	$\cdot 2^{17}$
		1,1111101 11 0	$\cdot 2^{16}$
		1	
$A - B$	-	1,1111101 01 0	$\cdot 2^{16}$

Normalizacion
Redondeo

$$A + B = -1,1111101 \cdot 2^{16} = 1 \ 10001111 \ 1111101 = \text{H}'\text{C7FD}$$

$$A + B = -1 \ 1111 \ 1010 \ 0000 \ 0000 = -129536$$

3 (3 puntos) Dadas las instrucciones siguientes, que siguen la sintaxis del standard IEEE:

CALL [.R2++]

PUSH #3[.R3]

MOVE .R7, [.R6]

BNZ #2000

ADD [/3000], #100

```
RET #100
LD  .R4, [.R5]
ST  #200, [/3000]
```

a) Explique cuales no podrían ejecutarse en un computador con modelo de ejecución registro-registro, palabras y direcciones de 64 bits y direccionamiento de memoria a nivel de byte.

b) Para cada una de las instrucciones que considere ejecutables en el computador indicado, especifique la función que realizan y determine su formato de instrucción. Considere que se dispone de 35 registros de propósito general, que el código de operación es de 10 bits y que la pila crece hacia direcciones de memoria decrecientes y el puntero de pila apunta a la primera dirección ocupada.

SOLUCIÓN

a) Las instrucciones que no podrían ejecutarse son las siguientes:

```
PUSH #3[.R3]
```

Presenta un desplazamiento que no es acorde con el direccionamiento de la memoria.

```
MOVE .R7, [.R6]
```

En la instrucción MOVE los dos direccionamientos no son del mismo tipo.

```
BNZ #2000
```

El direccionamiento no corresponde a una dirección de memoria.

```
ADD  [/3000], #100
```

No se ajusta al modelo de ejecución registro-registro.

```
RET #100
```

La instrucción RET debe tener direccionamiento implícito.

b) A continuación se indica, en notación RT, la acción que realizan cada una de las tres instrucciones restantes y su formato de instrucción.

```
CALL [.R2++]; SP <--- SP - 8, M(SP) <--- PC, PC <--- R2, R2 <--- R2 + 8
```

El formato puede ser de media palabra: 10 bits para el código de operación, 6 bits para el registro y 16 no utilizados.

```
LD .R4, [.R5]; R4 <-- M(R5)
```

También puede ser un formato de instrucción de media palabra con 10 bits para el código de operación, 6 bits para un registro, otros 6 bits para el otro registro y 10 bits no utilizados.

```
ST #200, [/3000]; M(M(3000)) <--200
```

Formato de dos palabras: la 1ª palabra contiene 10 bits para el código de operación y 54 bits para el inmediato y, en la 2ª palabra, está la dirección absoluta.