Ejercicio 1

Convertir los siguientes números en hexadecimal a binario de 32 bits:

a) $0xABCDEF00$

b) $0x123456$

c) $0x8E3FC581$

d) $0x10A6F2B$

Solución: **Punto a)**

$$\underbrace{A}_{1010}\underbrace{B}_{1011}\underbrace{C}_{1100}\underbrace{D}_{1101}\underbrace{E}_{1110}\underbrace{F}_{1111}\underbrace{0}_{0000}\underbrace{0}_{0000}$$

Punto b)

$$\underbrace{1}_{0001}\underbrace{2}_{0010}\underbrace{3}_{0011}\underbrace{4}_{0100}\underbrace{5}_{0101}\underbrace{6}_{0110}$$

Punto c)

$$\underbrace{8}_{1000}\underbrace{E}_{1110}\underbrace{3}_{0011}\underbrace{F}_{1111}\underbrace{C}_{1100}\underbrace{5}_{0101}\underbrace{8}_{1000}\underbrace{1}_{0001}$$

Punto d)

$$\underbrace{1}_{0001}\underbrace{0}_{0000}\underbrace{A}_{1010}\underbrace{6}_{0110}\underbrace{F}_{1111}\underbrace{2}_{0010}\underbrace{B}_{1011}$$

Ejercicio chequeado

Ejercicio 2

Convertir los siguientes números en binario a decimal y a hexadecimal:

a) $(1110011110000011)_2$

b) $(10110111001101000101111)_2$

c) $(10110011011011.11000010000)_2$

d) $(10001111110100011111.000001101)_2$

El procedimiento va a ser el siguiente, primero tomo de derecha a izquierda en grupos de a 4 bits, y asi convierto a hexadecimal. Luego, convierto a decimal.
Solución: **Punto a)**

$$\underbrace{1110}_{E}\underbrace{0111}_{7}\underbrace{1000}_{8}\underbrace{0011}_{3}$$

$$(1110011110000011)_2 = 0xE783 = 59267$$

Punto b) En este caso no se puede agrupar de a 4 bits sin que sobren bits, por lo que se agrega un 0 a la izquierda:

$$\underbrace{0101}_{5}\underbrace{1011}_{B}\underbrace{1001}_{9}\underbrace{1010}_{A}\underbrace{0010}_{2}\underbrace{1111}_{F}$$

$$(10110111001101000101111)_2 = 0x5B9A2F = 6003247$$

Punto c) Ahora se separa en dos partes, la parte entera y la parte fraccionaria, primero pongo la parte entera:

$$\underbrace{0010}_{2}\underbrace{1100}_{C}\underbrace{1101}_{D}\underbrace{1011}_{B}$$

$$\underbrace{1100}_{C}\underbrace{0010}_{2}\underbrace{0000}_{0}$$

$$(10110011011011.11000010000)_2 = 0x2CDB.C20 = 11483 + 12 \cdot 16^{-1} + 2 \cdot 16^{-2} = 11483.75$$

Punto d)

$$\underbrace{1000}_{8}\underbrace{1111}_{F}\underbrace{1011}_{D}\underbrace{0001}_{1}\underbrace{1111}_{F}$$

$$\underbrace{0000}_{0}\underbrace{0110}_{6}\underbrace{1000}_{8}$$

$$(10001111110100011111.000001101)_2 = 0x8FD1F.068 = 589087 + 0 \cdot 16^{-1} + 6 \cdot 16^{-2} + 8 \cdot 16^{-3} = 589087.033$$

Ejercicio chequeado

Ejercicio 3

Suponiendo que se tienen registros de 16 bits, convertir a binario sin signo los siguientes números en base 10:

a) $(123)_{10}$

b) $(59)_{10}$

c) $(255,46)_{10}$

d) $(98,019)_{10}$

Punto a: Para convertir a binario sin signo, se divide el número por 2 y se toma el residuo, y se sigue dividiendo hasta que el cociente sea 0. Luego se toman los residuos de abajo hacia arriba.
Solución: **Punto a)**

$$\begin{aligned} 123/2 &= 61 \quad \text{residuo } 1 \\ 61/2 &= 30 \quad \text{residuo } 1 \\ 30/2 &= 15 \quad \text{residuo } 0 \\ 15/2 &= 7 \quad \text{residuo } 1 \\ 7/2 &= 3 \quad \text{residuo } 1 \\ 3/2 &= 1 \quad \text{residuo } 1 \\ 1/2 &= 0 \quad \text{residuo } 1 \end{aligned}$$

Por lo que el número en binario es 0000000001111011.
Punto b)

$$\begin{aligned} 59/2 &= 29 \quad \text{residuo } 1 \\ 29/2 &= 14 \quad \text{residuo } 1 \\ 14/2 &= 7 \quad \text{residuo } 0 \\ 7/2 &= 3 \quad \text{residuo } 1 \\ 3/2 &= 1 \quad \text{residuo } 1 \\ 1/2 &= 0 \quad \text{residuo } 1 \end{aligned}$$

Por lo que el número en binario es 000000000111011.

Punto c) Para convertir la parte entera, se sigue el mismo procedimiento que en los puntos anteriores. Para la parte fraccionaria, se multiplica por 2 y se toma la parte entera, y se sigue multiplicando hasta que la parte fraccionaria sea 0.

$$\begin{aligned}
255/2 &= 127 \quad \text{residuo } 1\\
127/2 &= 63 \quad \text{residuo } 1\\
63/2 &= 31 \quad \text{residuo } 1\\
31/2 &= 15 \quad \text{residuo } 1\\
15/2 &= 7 \quad \text{residuo } 1\\
7/2 &= 3 \quad \text{residuo } 1\\
3/2 &= 1 \quad \text{residuo } 1\\
1/2 &= 0 \quad \text{residuo } 1
\end{aligned}$$

Ahora para convertir la parte fraccionaria multiplicamos por 2 y tomamos la parte entera:

$$\begin{aligned}
0.46 \cdot 2 &= 0.92 \quad \text{parte entera } 0\\
0.92 \cdot 2 &= 1.84 \quad \text{parte entera } 1\\
0.84 \cdot 2 &= 1.68 \quad \text{parte entera } 1\\
0.68 \cdot 2 &= 1.36 \quad \text{parte entera } 1\\
0.36 \cdot 2 &= 0.72 \quad \text{parte entera } 0\\
0.72 \cdot 2 &= 1.44 \quad \text{parte entera } 1\\
0.44 \cdot 2 &= 0.88 \quad \text{parte entera } 0\\
0.88 \cdot 2 &= 1.76 \quad \text{parte entera } 1
\end{aligned}$$

Por lo que el binario es 11111111.01110101.
Punto d)

$$\begin{aligned}
98/2 &= 49 \quad \text{residuo } 0\\
49/2 &= 24 \quad \text{residuo } 1\\
24/2 &= 12 \quad \text{residuo } 0\\
12/2 &= 6 \quad \text{residuo } 0\\
6/2 &= 3 \quad \text{residuo } 0\\
3/2 &= 1 \quad \text{residuo } 1\\
1/2 &= 0 \quad \text{residuo } 1
\end{aligned}$$

Ahora para convertir la parte fraccionaria multiplicamos por 2 y tomamos la parte entera:

$$
\begin{aligned}
0.019 \cdot 2 &= 0.038 \quad \text{parte entera } 0 \\
0.038 \cdot 2 &= 0.076 \quad \text{parte entera } 0 \\
0.076 \cdot 2 &= 0.152 \quad \text{parte entera } 0 \\
0.152 \cdot 2 &= 0.304 \quad \text{parte entera } 0 \\
0.304 \cdot 2 &= 0.608 \quad \text{parte entera } 0 \\
0.608 \cdot 2 &= 1.216 \quad \text{parte entera } 1 \\
0.216 \cdot 2 &= 0.432 \quad \text{parte entera } 0 \\
0.432 \cdot 2 &= 0.864 \quad \text{parte entera } 0 \\
0.864 \cdot 2 &= 1.728 \quad \text{parte entera } 1
\end{aligned}
$$

Por lo que el binario es 1100010.000001001.
Ejercicio chequeado

Ejercicio 4

Suponiendo que un microprocesador utiliza registros de 8 bits y representación de números negativos en complemento a 2, muestre el contenido de estos registros al codificar en binario los siguientes números con signo:

a) -76_{10}

b) -43_{10}

c) $+64_{10}$

d) -121_{10}

Solución: **Punto a)** Primero paso a binario el número 76:

$$
\begin{aligned}
76/2 &= 38 \quad \text{residuo } 0 \\
38/2 &= 19 \quad \text{residuo } 0 \\
19/2 &= 9 \quad \text{residuo } 1 \\
9/2 &= 4 \quad \text{residuo } 1 \\
4/2 &= 2 \quad \text{residuo } 0 \\
2/2 &= 1 \quad \text{residuo } 0 \\
1/2 &= 0 \quad \text{residuo } 1
\end{aligned}
$$

Por lo que el número en binario es 01001100. Ahora para convertir a complemento a 2, se toma el complemento a 1 y se suma 1:

$$01001100 \rightarrow 10110011 + 1 = 10110100$$

Punto b) Primero paso a binario el número 43:

$$
\begin{aligned}
43/2 &= 21 \quad \text{residuo } 1 \\
21/2 &= 10 \quad \text{residuo } 1 \\
10/2 &= 5 \quad \text{residuo } 0 \\
5/2 &= 2 \quad \text{residuo } 1 \\
2/2 &= 1 \quad \text{residuo } 0 \\
1/2 &= 0 \quad \text{residuo } 1
\end{aligned}
$$

Por lo que el número en binario es 00101011. Ahora para convertir a complemento a 2, se toma el complemento a 1 y se suma 1:

$$00101011 \rightarrow 11010100 + 1 = 11010101$$

Punto c) Primero paso a binario el número 64:

$$\begin{aligned}
64/2 &= 32 \quad \text{residuo } 0\\
32/2 &= 16 \quad \text{residuo } 0\\
16/2 &= 8 \quad \text{residuo } 0\\
8/2 &= 4 \quad \text{residuo } 0\\
4/2 &= 2 \quad \text{residuo } 0\\
2/2 &= 1 \quad \text{residuo } 0\\
1/2 &= 0 \quad \text{residuo } 1
\end{aligned}$$

Por lo que el número en binario es 01000000. Como es positivo, el complemento a 2 es el mismo número.
Punto d)
Primero paso a binario el número 121:

$$\begin{aligned}
121/2 &= 60 \quad \text{residuo } 1\\
60/2 &= 30 \quad \text{residuo } 0\\
30/2 &= 15 \quad \text{residuo } 0\\
15/2 &= 7 \quad \text{residuo } 1\\
7/2 &= 3 \quad \text{residuo } 1\\
3/2 &= 1 \quad \text{residuo } 1\\
1/2 &= 0 \quad \text{residuo } 1
\end{aligned}$$

Por lo que el número en binario es 01111001. Ahora para convertir a complemento a 2, se toma el complemento a 1 y se suma 1:

$$01111001 \rightarrow 10000110 + 1 = 10000111$$

Ejercicio chequeado

Ejercicio 5

Convertir los siguientes valores binarios de 8 bits en formato de complemento a dos a decimal:

a) 10010110

b) 11111011

c) 11100000

d) 00011110

Solución: **Punto a)** El número es negativo, por lo que se toma el complemento a 2 y se suma 1:

$$10010110 \rightarrow 01101001 + 1 = 01101010$$

Por lo que el número en decimal es -106.
Punto b) El número es negativo, por lo que se toma el complemento a 2 y se suma 1:

$$11111011 \to 00000100 + 1 = 00000101$$

Por lo que el número en decimal es -5.
Punto c) El número es negativo, por lo que se toma el complemento a 2 y se suma 1:

$$11100000 \to 00011111 + 1 = 00100000$$

Por lo que el número en decimal es -32.
Punto d) El número es positivo, por lo que el número en decimal es 30.
Ejercicio chequeado

Ejercicio 6

Suponga que los registros A y B del microprocesador del ejercicio 4 (registros de 8 bits) contienen los valores $0x80$ y $0xD0$ respectivamente.

a) ¿Qué valor contiene el registro C después de ejecutar la operación C = A + B?
¿El resultado que se guarda en C es el esperado?

b) ¿Qué valor contiene el registro C después de ejecutar la operación C = A - B?
¿El resultado que se guarda en C es el esperado?

c) En base al análisis de las operaciones anteriores, ¿cuál es la ventaja de la representación de números negativos mediante su complemento a 2, por sobre la representación binaria regular + un bit de signo?

Solución: **Punto a)** Primero paso a binario los números $0x80$ y $0xD0$:

$$0x80 = 10000000$$
$$0xD0 = 11010000$$

Ahora sumo los números:

$$10000000 + 11010000 = 101010000$$

El resultado es $0xA0$, por lo que el resultado no es el esperado.
Punto b)
Ahora resto utilizando complemento a 2:

$$10000000 - 11010000 = 10000000 + 00110000 = 10110000$$

El resultado es $0xB0$, por lo que el resultado no es el esperado.
Punto c)
La ventaja de la representación de números negativos mediante su complemento a 2 es que se pueden realizar operaciones aritméticas sin tener que preocuparse por el signo, ya que el complemento a 2 se encarga de que las operaciones aritméticas se realicen de la misma manera que con números positivos.
Ejercicio chequeado

Ejercicio 7

Expresar los siguientes números decimales en su representación binaria (negativos en complemento a 2) considerando los tamaños de los registros donde serán alojados según la tabla.

Decimal	Binario		
	Byte	HalfWord	Word
113			
-63			
319			
-128			
65535			
-149744			

Conceptos

- **Byte:** Un byte es una secuencia de 8 bits.
- **HalfWord:** Un halfword es una secuencia de 16 bits.
- **Word:** Un word es una secuencia de 32 bits.

Solución: **Número 113** Primero lo paso a binario:

$$\begin{aligned} 113/2 &= 56 \quad \text{residuo } 1 \\ 56/2 &= 28 \quad \text{residuo } 0 \\ 28/2 &= 14 \quad \text{residuo } 0 \\ 14/2 &= 7 \quad \text{residuo } 0 \\ 7/2 &= 3 \quad \text{residuo } 1 \\ 3/2 &= 1 \quad \text{residuo } 1 \\ 1/2 &= 0 \quad \text{residuo } 1 \end{aligned}$$

Por lo que el número en binario es 01110001. Ahora lo paso a los formatos de la tabla:

- **Byte:** 01110001
- **HalfWord:** 0000000001110001
- **Word:** $00000000000000000000000001110001$

Número -63 Primero paso a binario el número 63:

$$\begin{aligned}
63/2 &= 31 \quad \text{residuo } 1\\
31/2 &= 15 \quad \text{residuo } 1\\
15/2 &= 7 \quad \text{residuo } 1\\
7/2 &= 3 \quad \text{residuo } 1\\
3/2 &= 1 \quad \text{residuo } 1\\
1/2 &= 0 \quad \text{residuo } 1
\end{aligned}$$

Ahora le hago el complemento a 2:

$$00111111 \to 11000000 + 1 = 11000001$$

Por lo que el número en binario es 11000001. Ahora lo paso a los formatos de la tabla:

- **Byte:** 11000001
- **HalfWord:** 1111111111000001
- **Word:** 11111111111111111111111111000001

Número 319 Primero paso a binario el número 319:

$$\begin{aligned}
319/2 &= 159 \quad \text{residuo } 1\\
159/2 &= 79 \quad \text{residuo } 1\\
79/2 &= 39 \quad \text{residuo } 1\\
39/2 &= 19 \quad \text{residuo } 1\\
19/2 &= 9 \quad \text{residuo } 1\\
9/2 &= 4 \quad \text{residuo } 0\\
4/2 &= 2 \quad \text{residuo } 0\\
2/2 &= 1 \quad \text{residuo } 0\\
1/2 &= 0 \quad \text{residuo } 1
\end{aligned}$$

Por lo que el número en binario es 100011111. Ahora lo paso a los formatos de la tabla:

- **Byte:** No es posible representarlo como byte.
- **HalfWord:** 0000000010001111
- **Word:** 00000000000000000000000100011111

Número -128 Primero paso a binario el número 128:

$$\begin{aligned}
128/2 &= 64 \quad \text{residuo } 0\\
64/2 &= 32 \quad \text{residuo } 0\\
32/2 &= 16 \quad \text{residuo } 0\\
16/2 &= 8 \quad \text{residuo } 0\\
8/2 &= 4 \quad \text{residuo } 0\\
4/2 &= 2 \quad \text{residuo } 0\\
2/2 &= 1 \quad \text{residuo } 0\\
1/2 &= 0 \quad \text{residuo } 1
\end{aligned}$$

Ahora le hago el complemento a 2:

$$10000000 \rightarrow 01111111 + 1 = 10000000$$

Por lo que el número en binario es 10000000. Ahora lo paso a los formatos de la tabla:

- **Byte:** 10000000
- **HalfWord:** 1111111110000000
- **Word:** $11111111111111111111111110000000$

Número 65535 Primero paso a binario el número 65535:

$$\begin{aligned}
65535/2 &= 32767 \quad \text{residuo } 1\\
32767/2 &= 16383 \quad \text{residuo } 1\\
16383/2 &= 8191 \quad \text{residuo } 1\\
8191/2 &= 4095 \quad \text{residuo } 1\\
4095/2 &= 2047 \quad \text{residuo } 1\\
2047/2 &= 1023 \quad \text{residuo } 1\\
1023/2 &= 511 \quad \text{residuo } 1\\
511/2 &= 255 \quad \text{residuo } 1\\
255/2 &= 127 \quad \text{residuo } 1\\
127/2 &= 63 \quad \text{residuo } 1\\
63/2 &= 31 \quad \text{residuo } 1\\
31/2 &= 15 \quad \text{residuo } 1\\
15/2 &= 7 \quad \text{residuo } 1\\
7/2 &= 3 \quad \text{residuo } 1\\
3/2 &= 1 \quad \text{residuo } 1\\
1/2 &= 0 \quad \text{residuo } 1
\end{aligned}$$

Por lo que el número en binario es 1111111111111111. Ahora lo paso a los formatos de la tabla:

- **Byte:** No es posible representarlo como byte.
- **HalfWord:** 000000001111111111111111
- **Word:** $0000000000000000000000001111111111111111$

Número -149744 Primero paso a binario el número 149744:

$$\begin{aligned}
149744/2 = 74872 &\quad \text{residuo } 0 \\
74872/2 = 37436 &\quad \text{residuo } 0 \\
37436/2 = 18718 &\quad \text{residuo } 0 \\
18718/2 = 9359 &\quad \text{residuo } 0 \\
9359/2 = 4679 &\quad \text{residuo } 1 \\
4679/2 = 2339 &\quad \text{residuo } 1 \\
2339/2 = 1169 &\quad \text{residuo } 1 \\
1169/2 = 584 &\quad \text{residuo } 0 \\
584/2 = 292 &\quad \text{residuo } 0 \\
292/2 = 146 &\quad \text{residuo } 0 \\
146/2 = 73 &\quad \text{residuo } 0 \\
73/2 = 36 &\quad \text{residuo } 1 \\
36/2 = 18 &\quad \text{residuo } 0 \\
18/2 = 9 &\quad \text{residuo } 0 \\
9/2 = 4 &\quad \text{residuo } 1 \\
4/2 = 2 &\quad \text{residuo } 0 \\
2/2 = 1 &\quad \text{residuo } 0 \\
1/2 = 0 &\quad \text{residuo } 1
\end{aligned}$$

Ahora le hago el complemento a 2:

$$100100100110110000 \to 011011011001010000 + 1 = 011011011001010001$$

Por lo que el número en binario es 011011011001010001. Ahora lo paso a los formatos de la tabla:

- **Byte:** No se puede representar.
- **HalfWord:** 0011001101100101
- **Word:** $00000000000000000000000110110110010101$

Ejercicio chequeado

Ejercicio 8

Convertir los siguientes números decimales a formato IEEE 754 de precisión simple (normalizados):

a) 5678_{10}

b) $306,59375_{10}$

c) $723,125_{10}$

d) $18,1953125_{10}$

e) $-3020,993_{10}$

f) $-0,000892$

Solución: **Punto a)**

1. El bit de signo es 0, ya que el número es positivo.
2. Paso a binario el número 5678:

$$\begin{aligned}
5678/2 &= 2839 \quad \text{residuo } 0\\
2839/2 &= 1419 \quad \text{residuo } 1\\
1419/2 &= 709 \quad \text{residuo } 1\\
709/2 &= 354 \quad \text{residuo } 1\\
354/2 &= 177 \quad \text{residuo } 0\\
177/2 &= 88 \quad \text{residuo } 1\\
88/2 &= 44 \quad \text{residuo } 0\\
44/2 &= 22 \quad \text{residuo } 0\\
22/2 &= 11 \quad \text{residuo } 0\\
11/2 &= 5 \quad \text{residuo } 1\\
5/2 &= 2 \quad \text{residuo } 1\\
2/2 &= 1 \quad \text{residuo } 0\\
1/2 &= 0 \quad \text{residuo } 1
\end{aligned}$$

   Por lo que el número en binario es 1011000101110.

3. Para normalizar muevo la coma tantos lugares como sea necesario para que quede un uno seguido por la parte fracccionaria:
   - **Sin normalizar:** 1011000101110×2^0
   - **Normalizado:** $1.011000101110 \times 2^{12}$
4. El exponente es 12, por lo que el sesgo es 127, por lo que el exponente es 139 en binario, que es 10001011.
5. Para la parte fraccionaria, tomo los 23 bits que siguen al punto, que son 01100010111000000000000.
6. Ahora conformo el numero con el bit de signo, el exponente y la parte fraccionaria:

$$0\ 10001011\ 01100010111000000000000$$

Punto b)

1. El bit de signo es 0, ya que el número es positivo.
2. Convierto la parte entera y la parte fraccionaria en binario:
   - Parte entera:

$$\begin{aligned}
306/2 &= 153 \quad \text{residuo } 0\\
153/2 &= 76 \quad \text{residuo } 1\\
76/2 &= 38 \quad \text{residuo } 0\\
38/2 &= 19 \quad \text{residuo } 0\\
19/2 &= 9 \quad \text{residuo } 1\\
9/2 &= 4 \quad \text{residuo } 1\\
4/2 &= 2 \quad \text{residuo } 0\\
2/2 &= 1 \quad \text{residuo } 0\\
1/2 &= 0 \quad \text{residuo } 1
\end{aligned}$$

     Por lo que la parte entera en binario es 100110010.

- Parte fraccionaria:

$$\begin{aligned}
0.59375 \cdot 2 &= 1.1875 \quad \text{parte entera } 1 \\
0.1875 \cdot 2 &= 0.375 \quad \text{parte entera } 0 \\
0.375 \cdot 2 &= 0.75 \quad \text{parte entera } 0 \\
0.75 \cdot 2 &= 1.5 \quad \text{parte entera } 1 \\
0.5 \cdot 2 &= 1 \quad \text{parte entera } 1
\end{aligned}$$

  Por lo que la parte fraccionaria en binario es 10011.

3. Para normalizar muevo la coma tantos lugares como sea necesario para que quede un uno seguido por la parte fracccionaria:
   - **Sin normalizar:** $100110010.10011 \times 2^8$
   - **Normalizado:** $1.0011001010011 \times 2^8$
4. El exponente es 8, por lo que el sesgo es 127, por lo que el exponente es 135 en binario, que es 100110010.
5. Para la parte fraccionaria, tomo los 23 bits que siguen al punto, que son 00110010100110000000000.
6. Ahora conformo el numero con el bit de signo, el exponente y la parte fraccionaria:

$$0\ 100110010\ 00110010100110000000000$$

Punto c)

1. El bit de signo es 0, ya que el número es positivo.
2. Convierto la parte entera y la parte fraccionaria en binario:
   - Parte entera:

$$\begin{aligned}
723/2 &= 361 \quad \text{residuo } 1 \\
361/2 &= 180 \quad \text{residuo } 0 \\
180/2 &= 90 \quad \text{residuo } 0 \\
90/2 &= 45 \quad \text{residuo } 0 \\
45/2 &= 22 \quad \text{residuo } 1 \\
22/2 &= 11 \quad \text{residuo } 0 \\
11/2 &= 5 \quad \text{residuo } 1 \\
5/2 &= 2 \quad \text{residuo } 1 \\
2/2 &= 1 \quad \text{residuo } 0 \\
1/2 &= 0 \quad \text{residuo } 1
\end{aligned}$$

     Por lo que la parte entera en binario es 1011010011.
   - Parte fraccionaria:

$$\begin{aligned}
0.125 \cdot 2 &= 0.25 \quad \text{parte entera } 0 \\
0.25 \cdot 2 &= 0.5 \quad \text{parte entera } 0 \\
0.5 \cdot 2 &= 1 \quad \text{parte entera } 1
\end{aligned}$$

     Por lo que la parte fraccionaria en binario es 001.
3. Para normalizar muevo la coma tantos lugares como sea necesario para que quede un uno seguido por la parte fracccionaria:

- **Sin normalizar:** $1011010011.001 \times 2^9$
- **Normalizado:** $1.011010011001 \times 2^{10}$

4. El exponente es 19, por lo que el sesgo es 127, por lo que el exponente es 136 en binario, que es 10001000.
5. Para la parte fraccionaria, tomo los 23 bits que siguen al punto, que son 01101001100100000000000.
6. Ahora conformo el numero con el bit de signo, el exponente y la parte fraccionaria:

$$0\ 10001000\ 01101001100100000000000$$

Punto d)

1. El bit de signo es 0, ya que el número es positivo.
2. Convierto la parte entera y la parte fraccionaria en binario:
   - Parte entera:

$$\begin{aligned} 18/2 &= 9 \quad \text{residuo } 0 \\ 9/2 &= 4 \quad \text{residuo } 1 \\ 4/2 &= 2 \quad \text{residuo } 0 \\ 2/2 &= 1 \quad \text{residuo } 0 \\ 1/2 &= 0 \quad \text{residuo } 1 \end{aligned}$$

   Por lo que la parte entera en binario es 10010.

   - Parte fraccionaria:

$$\begin{aligned} 0.1953125 \cdot 2 &= 0.390625 \quad \text{parte entera } 0 \\ 0.390625 \cdot 2 &= 0.78125 \quad \text{parte entera } 0 \\ 0.78125 \cdot 2 &= 1.5625 \quad \text{parte entera } 1 \\ 0.5625 \cdot 2 &= 1.125 \quad \text{parte entera } 1 \\ 0.125 \cdot 2 &= 0.25 \quad \text{parte entera } 0 \\ 0.25 \cdot 2 &= 0.5 \quad \text{parte entera } 0 \\ 0.5 \cdot 2 &= 1 \quad \text{parte entera } 1 \end{aligned}$$

   Por lo que la parte fraccionaria en binario es 0011001.

3. Para normalizar muevo la coma tantos lugares como sea necesario para que quede un uno seguido por la parte fracccionaria:
   - **Sin normalizar:** 10010.0011001×2^4
   - **Normalizado:** $1.00100011001 \times 2^{100}$
4. El exponente es 4, por lo que el sesgo es 127, por lo que el exponente es 131 en binario, que es 10000011.
5. Para la parte fraccionaria, tomo los 23 bits que siguen al punto, que son 00100011001000000000000.
6. Ahora conformo el numero con el bit de signo, el exponente y la parte fraccionaria:

$$0\ 10000011\ 00100011001000000000000$$

Punto e)

1. El bit de signo es 1, ya que el número es negativo.

2. Convierto la parte entera y la parte fraccionaria en binario:

   - Parte entera:

$$
\begin{aligned}
3020/2 &= 1510 \quad \text{residuo } 0 \\
1510/2 &= 755 \quad \text{residuo } 0 \\
755/2 &= 377 \quad \text{residuo } 1 \\
377/2 &= 188 \quad \text{residuo } 1 \\
188/2 &= 94 \quad \text{residuo } 0 \\
94/2 &= 47 \quad \text{residuo } 0 \\
47/2 &= 23 \quad \text{residuo } 1 \\
23/2 &= 11 \quad \text{residuo } 1 \\
11/2 &= 5 \quad \text{residuo } 1 \\
5/2 &= 2 \quad \text{residuo } 1 \\
2/2 &= 1 \quad \text{residuo } 0 \\
1/2 &= 0 \quad \text{residuo } 1
\end{aligned}
$$

   Por lo que la parte entera en binario es 101111001100.

   - Parte fraccionaria:

$$
\begin{aligned}
0.993 \cdot 2 &= 1.986 \quad \text{parte entera } 1 \\
0.986 \cdot 2 &= 1.972 \quad \text{parte entera } 1 \\
0.972 \cdot 2 &= 1.944 \quad \text{parte entera } 1 \\
0.944 \cdot 2 &= 1.888 \quad \text{parte entera } 1 \\
0.888 \cdot 2 &= 1.776 \quad \text{parte entera } 1 \\
0.776 \cdot 2 &= 1.552 \quad \text{parte entera } 1 \\
0.552 \cdot 2 &= 1.104 \quad \text{parte entera } 1 \\
0.104 \cdot 2 &= 0.208 \quad \text{parte entera } 0 \\
0.208 \cdot 2 &= 0.416 \quad \text{parte entera } 0 \\
0.416 \cdot 2 &= 0.832 \quad \text{parte entera } 0 \\
0.832 \cdot 2 &= 1.664 \quad \text{parte entera } 1 \\
0.664 \cdot 2 &= 1.328 \quad \text{parte entera } 1
\end{aligned}
$$

   Por lo que la parte fraccionaria en binario es 111111100011.

3. Para normalizar muevo la coma tantos lugares como sea necesario para que quede un uno seguido por la parte fracccionaria:

   - **Sin normalizar:** $101111001100.111111100011 \times 2^{11}$
   - **Normalizado:** $1.01111001100111111100011 \times 2^{11}$

4. El exponente es 11, por lo que el sesgo es 127, por lo que el exponente es 138 en binario, que es 10001010.

5. Para la parte fraccionaria, tomo los 23 bits que siguen al punto, que son 01111011100111111000110.

6. Ahora conformo el numero con el bit de signo, el exponente y la parte fraccionaria:

$$1\ 10001010\ 01111001100111111100011$$

Punto f)

1. El bit de signo es 1, ya que el número es negativo.
2. La parte entera es 0, por lo que el exponente es 0.
3. Convierto la parte fraccionaria en binario:

$$\begin{aligned}
0.000892 \cdot 2 &= 0.001784 && \text{parte entera } 0\\
0.001784 \cdot 2 &= 0.003568 && \text{parte entera } 0\\
0.003568 \cdot 2 &= 0.007136 && \text{parte entera } 0\\
0.007136 \cdot 2 &= 0.014272 && \text{parte entera } 0\\
0.014272 \cdot 2 &= 0.028544 && \text{parte entera } 0\\
0.028544 \cdot 2 &= 0.057088 && \text{parte entera } 0\\
0.057088 \cdot 2 &= 0.114176 && \text{parte entera } 0\\
0.114176 \cdot 2 &= 0.228352 && \text{parte entera } 0\\
0.228352 \cdot 2 &= 0.456704 && \text{parte entera } 0\\
0.456704 \cdot 2 &= 0.913408 && \text{parte entera } 0\\
0.913408 \cdot 2 &= 1.826816 && \text{parte entera } 1\\
0.826816 \cdot 2 &= 1.653632 && \text{parte entera } 1\\
0.653632 \cdot 2 &= 1.307264 && \text{parte entera } 1\\
0.307264 \cdot 2 &= 0.614528 && \text{parte entera } 0\\
0.614528 \cdot 2 &= 1.229056 && \text{parte entera } 1\\
0.229056 \cdot 2 &= 0.458112 && \text{parte entera } 0\\
0.458112 \cdot 2 &= 0.916224 && \text{parte entera } 0\\
0.916224 \cdot 2 &= 1.832448 && \text{parte entera } 1\\
0.832448 \cdot 2 &= 1.664896 && \text{parte entera } 1\\
0.664896 \cdot 2 &= 1.329792 && \text{parte entera } 1\\
0.329792 \cdot 2 &= 0.659584 && \text{parte entera } 0\\
0.659584 \cdot 2 &= 1.319168 && \text{parte entera } 1\\
0.319168 \cdot 2 &= 0.638336 && \text{parte entera } 0\\
0.638336 \cdot 2 &= 1.276672 && \text{parte entera } 1\\
0.276672 \cdot 2 &= 0.553344 && \text{parte entera } 0\\
0.553344 \cdot 2 &= 1.106688 && \text{parte entera } 1\\
0.106688 \cdot 2 &= 0.213376 && \text{parte entera } 0\\
0.213376 \cdot 2 &= 0.426752 && \text{parte entera } 0\\
0.426752 \cdot 2 &= 0.853504 && \text{parte entera } 0\\
0.853504 \cdot 2 &= 1.707008 && \text{parte entera } 1\\
0.707008 \cdot 2 &= 1.414016 && \text{parte entera } 1\\
0.414016 \cdot 2 &= 0.828032 && \text{parte entera } 0\\
0.828032 \cdot 2 &= 1.656064 && \text{parte entera } 1
\end{aligned}$$

Por lo que la parte fraccionaria en binario es $0000000000110100111010101000110 11$.

4. Para normalizar muevo la coma tantos lugares como sea necesario para que quede un uno seguido por la parte fracccionaria:

- **Sin normalizar:** $0.00000000001110100111010101000110 11 \times 2^{-10}$
- **Normalizado:** $1.1101001110101010001101 1 \times 2^{-11}$

5. El exponente es -11, por lo que el sesgo es 127, por lo que el exponente es 116 en binario, que es 01110100.

6. Para la parte fraccionaria, tomo los 23 bits que siguen al punto, que son 11010011101010100011011.

7. Ahora conformo el numero con el bit de signo, el exponente y la parte fraccionaria:

$$1\ 01110100\ 11010011101010100011011$$

Ejercicio chequeado

Ejercicio 9

Convertir los siguientes en formato IEEE 754 de precisión simple (normalizados) a números decimales:

a) $11000101100000000000011000000000b$

b) $01000100100000001000001001100000b$

c) $01000010010100000000000000000000b$

d) $00111001001001101011100100111101b$

e) $10111010101101100011000010101001b$

f) $11111111100000000000000000000000b$

Solución: **Punto a)**

1. El bit de signo es 1, por lo que el número es negativo.

2. El exponente es 10001011, que en decimal es 139, por lo que el sesgo es 127, por lo que el exponente es 12.

3. La parte fraccionaria es 00000000000011000000000.

4. La parte entera es 1, por lo que el número es $-1.00000000000011000000000 \times 2^{12}$.

5. Ahora lo desnormalizo: $-1000000000000.11 \times 2^0$.

6. Para pasarlo a decimal hago la suma de las potencias de 2:
   - Parte entera: $2^{12} = 4096$
   - Parte fraccionaria: $2^{-1} + 2^{-2} = 0.5 + 0.25 = 0.75$

7. Por lo que el número en decimal es -4096.75_{10}.

Punto b)

1. El bit de signo es 0, por lo que el número es positivo.

2. El exponente es 10001001, que en decimal es 137, por lo que el sesgo es 127, por lo que el exponente es 10.

3. La parte fraccionaria es 00000001000001001100000.

4. La parte entera es 1, por lo que el número es $1.00000001000001001100000 \times 2^{10}$

5. Ahora lo desnormalizo: $10000000100.000100110 \times 2^0$.

6. Para pasarlo a decimal hago la suma de las potencias de 2:
   - Parte entera: $2^2 + 2^1 0 = 4 + 1024 = 1028$

- Parte decimal: $2^{-4}+2^{-7}+2^{-8}=0.07421875$

7. Por lo que el número en decimal es 1028.07421875_{10}.

Punto c)

1. El bit de signo es 0, por lo que el número es positivo.
2. El exponente es 10000100, que en decimal es 132, por lo que el sesgo es 127, por lo que el exponente es 5.
3. La parte fraccionaria es 10100000000000000000000.
4. La parte entera es 1, por lo que el número es $1.10100000000000000000000 \times 2^5$
5. Ahora lo desnormalizo: $110100.000000000000000000 \times 2^0$.
6. Para pasarlo a decimal hago la suma de las potencias de 2:
    - Parte entera: $2^2+2^4+2^5=52$
7. Por lo que el número en decimal es 52_{10}.

Punto d)

1. El bit de signo es 0, por lo que el número es positivo.
2. El exponente es 01110010, que en decimal es 114, por lo que el sesgo es 127, por lo que el exponente es -13.
3. La parte fraccionaria es 01001101011100100111101.
4. La parte entera es 1, por lo que el número es $1.01001101011100100111101 \times 2^{-13}$
5. Ahora lo desnormalizo: $0.00000000000011001101011100100111101 \times 2^0$.
6. Para pasarlo a decimal hago la suma de las potencias de 2:
    - Parte entera: 0
    - Parte decimal: 0.00019592969329096
7. Por lo que el número en decimal es 0.00019592969329096_{10}.

Punto e)

1. El bit de signo es 1, por lo que el número es negativo.
2. El exponente es 01110101, que en decimal es 117, por lo que el sesgo es 127, por lo que el exponente es -10.
3. La parte fraccionaria es 01101100011000010101001.
4. La parte entera es 1, por lo que el número es $-1.01101100011000010101001 \times 2^{-10}$
5. Ahora lo desnormalizo: $-0.00000000011101100011000010101001 \times 2^0$.
6. Para pasarlo a decimal hago la suma de las potencias de 2:
    - Parte entera: 0
    - Parte decimal: 0.001803437480703
7. Por lo que el número en decimal es -0.001803437480703_{10}.

Punto f)

1. El bit de signo es 1, por lo que el número es negativo.
2. El exponente es 11111111, que en decimal es 255, por lo que el sesgo es 127, por lo que el exponente es 128.
3. La parte fraccionaria es 00000000000000000000000.
4. La parte entera es 1, por lo que el número es $-1.00000000000000000000000 \times 2^{128}$
5. Ahora lo desnormalizo: $-...00000000000000000000000 \times 2^{0}$. **El número es infinito negativo.**

Ejercicio chequeado

Ejercicio 10

Investigar cómo se escriben los símbolos especiales ("NaN", "+Infinito", "-Infinito", "+0", "-0") en formato IEEE 754 de precisión simple (normalizados).
Solución:

- **NaN:** Para representar un NaN en formato IEEE 754 de precisión simple, se debe poner el bit de signo en 0, el exponente en 11111111 y la parte fraccionaria en cualquier valor distinto de 0. Por ejemplo, $0\ 11111111\ 10000000000000000000000$.
- **+Infinito:** Para representar un $+\infty$ en formato IEEE 754 de precisión simple, se debe poner el bit de signo en 0, el exponente en 11111111 y la parte fraccionaria en 0. Por ejemplo, $0\ 11111111\ 00000000000000000000000$.
- **-Infinito:** Para representar un $-\infty$ en formato IEEE 754 de precisión simple, se debe poner el bit de signo en 1, el exponente en 11111111 y la parte fraccionaria en 0. Por ejemplo, $1\ 11111111\ 00000000000000000000000$.
- **+0:** Para representar un $+0$ en formato IEEE 754 de precisión simple, se debe poner el bit de signo en 0, el exponente en 00000000 y la parte fraccionaria en 0. Por ejemplo, $0\ 00000000\ 00000000000000000000000$.
- **-0:** Para representar un -0 en formato IEEE 754 de precisión simple, se debe poner el bit de signo en 1, el exponente en 00000000 y la parte fraccionaria en 0. Por ejemplo, $1\ 00000000\ 00000000000000000000000$.

Ejercicio chequeado