PRINCIPIOS DE DISEÑO DE SISTEMAS DIGITALES
EJERCICIOS TEMA 1

1. Convertir al sistema decimal los siguientes números en sistema binario:
    a. $11 = 1 \cdot 2^1 + 1 \cdot 2^0 = 2 + 1 = 3$
    b. $100 = 1 \cdot 2^2 + 0 \cdot 2^1 + 0 \cdot 2^0 = 4$
    c. $111 = 1 \cdot 2^2 + 1 \cdot 2^1 + 1 \cdot 2^0 = 4 + 2 + 1 = 7$
    d. $1000 = 1 \cdot 2^3 + 0 \cdot 2^2 + 0 \cdot 2^1 + 0 \cdot 2^0 = 8$
    e. $11101 = 1 \cdot 2^4 + 1 \cdot 2^3 + 1 \cdot 2^2 + 0 \cdot 2^1 + 1 \cdot 2^0 = 16 + 8 + 4 + 1 = 29$
    f. $11{,}011 = 1 \cdot 2^1 + 1 \cdot 2^0 + 0 \cdot 2^{-1} + 1 \cdot 2^{-2} + 1 \cdot 2^{-3} = 2 + 1 + 0{,}25 + 0{,}125 = 3{,}375$

2. ¿Cuál es el número decimal más alto que se puede expresar con los siguientes número de bits?
    a. 2 bit $\rightarrow 2^2 - 1 = 3$
    b. 7 bit $\rightarrow 2^7 - 1 = 127$
    c. 10 bit $\rightarrow 2^{10} - 1 = 1023$

3. ¿Cúantos bits son necesarios para expresar los siguientes números binarios?
    a. 17 $\rightarrow$ 4 bits $\rightarrow 2^4 - 1 = 15 \rightarrow$ 4 bits no son suficientes.
       5 bits $\rightarrow 2^5 - 1 = 31 \rightarrow$ 5 bits.
    b. 81 $\rightarrow$ 6 bits $\rightarrow 2^6 - 1 = 63 \rightarrow$ 6 bits no son suficientes.
       7 bits $\rightarrow 2^7 - 1 = 127 \rightarrow$ 7 bits.
    c. 35 $\rightarrow$ 5 bits$\rightarrow 2^5 - 1 = 31 \rightarrow$ 5 bits no son suficientes.
       6 bits $\rightarrow 2^6 - 1 = 63 \rightarrow$ 6 bits.
    d. 32$\rightarrow$ 5 bits $\rightarrow 2^5 - 1 = 31 \rightarrow$ 5 bits no son suficientes.
       6 bits $\rightarrow 2^6 - 1 = 63 \rightarrow$ 6 bits.

4. Convertir al sistema decimal:
    a. $E5_{16} = E \cdot 16^1 + 5 \cdot 16^0 = 14 \cdot 16 + 5 = 224 + 5 = 229_{10}$
    b. $B2F8_{16} = B \cdot 16^3 + 2 \cdot 16^2 + 15 \cdot 16^1 + 8 \cdot 16^0 = 11 \cdot 4.096 + 2 \cdot 256 + 15 \cdot 16 + 8 = 45.816_{10}$

5. Convierte al sistema decimal el siguiente número en base ocho:
   $2374_8 = 2 \cdot 8^3 + 3 \cdot 8^2 + 7 \cdot 8^1 + 4 \cdot 8^0 = 2 \cdot 512 + 3 \cdot 64 + 7 \cdot 8 + 4 = 1276_{10}$

6. Conversión binario-hexadecimal
    a. 1100101001010111 $\rightarrow$

1100	1010	0101	0111
12	10	5	7
C	A	5	7

    b. 01101001101 $\rightarrow$

0011	0100	1101
3	4	13
3	4	D

7. Conversión hexadecimal-binario

a. $10A4_{16} \rightarrow$ 0001 0000 1010 0100 $\rightarrow 1000010100100_2$
b. $CF8E_{16} \rightarrow$ 1100 1111 1000 1110 $\rightarrow 1100111110001110_2$
c. $9742_{16} \rightarrow$ 1001 0111 0100 0010 $\rightarrow 1001011101000010_2$

8. Conversión decimal-hexadecimal

a. $650_{10} \rightarrow$ 650 / 16 = 40, 625 Resto $\rightarrow 0{,}625 \cdot 16 = 10 \rightarrow$ A (LSB)
40 / 16 = 2,5 Resto $\rightarrow 0{,}5 \cdot 16 = 8$
2 / 16 = 0,125 Resto $\rightarrow 0{,}125 \cdot 16 = 2$ (MSB)
Terminado porque el cociente es 0..
$650_{10} = 28A_{16}$

b. $4025_{10} \rightarrow$ 4025 / 16 = 251,5625 Resto $\rightarrow 0{,}5625 \cdot 16 = 9$ (LSB)
251 / 16 = 15,6875 Resto $\rightarrow 0{,}6875 \cdot 16 = 11 \rightarrow$ B
15 / 16 = 0,9375 Resto $\rightarrow 0{,}9375 \cdot 16 = 15 \rightarrow$ F
Terminado porque el cociente es 0.
$4025_{10} = FB9_{16}$

9. Convierte de decimal a binario (Máximo cuatro cifras a la derecha de la coma, si la conversión no es completa, indica el error relativo):

a. 177,625 $\rightarrow$ 10110001,101
b. 78,4375 $\rightarrow$ 1001110,0111
c. 113,7 $\rightarrow$ 1110001,1011 = 113,6875 $\rightarrow E_{abs} = 0{,}0125$
$E_{relativo} = 100 \cdot E_{abs}/113{,}7 = 0{,}0109938 \simeq 0{,}011\,\%$

10. Conversión de binario a decimal y a hexadecimal y octal:

a. 10011100,1001 $\rightarrow 156{,}5625_{10} \rightarrow 9C{,}9_{16} \rightarrow 234{,}44_8$
b. 110111,001 $\rightarrow 55{,}125_{10} \rightarrow 37{,}2_{16} \rightarrow 67{,}1_8$
c. 1001001,001 $\rightarrow 73{,}125_{10} \rightarrow 49{,}2_{16} \rightarrow 111{,}1_8$

11. Expresión de números negativos. Escribe con 8 bits el siguiente número decimal en magnitud con signo, complemento a 1, complemento a 2 y exceso a 128:

a. -113 S&M: **1**1110001 Comp. a 1: 10001110
Comp. a 2: 10001111 Exceso: 00001111
b. -78 S&M: **1**1001110 Comp. a 1: 10110001
Comp. a 2: 10110010 Exceso: 00110010

12. ¿Qué número decimal representan los siguientes números binarios en cada sistema? Rellena la tabla y utiliza los valores para comprobar si el resultado de las sumas propuestas puede ser correcto (para cada sistema existen unos límites en los resultados posibles, superarlos produce desbordamiento: resultado en 9 bit o signo opuesto).

		Binario natural	Magnitud con signo	Compl. a 1	Compl. a 2	Exceso a 128
A	01001010	+74	+74	+75	+74	-54
B	00101010	+42	+42	+42	+42	-86
C	01001100	+76	+76	+76	+76	-52
D	01010100	+84	+84	+84	+84	-44
E	10100010	+162	-34	-93	-94	+34
F	11101110	+238	-110	-17	-18	+110
G	11000001	+193	-65	-62	-63	65
H	10111001	+185	-57	-70	-71	57

a. **Binario natural**: $0 \leq N \leq 2^n - 1 \rightarrow n = 8$ bit $\rightarrow [0, 255]$
   1. A+B (74+42=116, bien).
   2. C+D (76+84=160, bien).
   3. E+F (162+238=400, desbordamiento).
   4. G+H (193+185=378, desbordamiento).

b. **Complemento a 2**: $-2^{n-1} \leq N \leq 2^{n-1} - 1 \rightarrow n = 8$ bit $\rightarrow [-128, 127]$
   1. C+D ((76)+(84)=(160), suma negativa, desbordamiento).
   2. E+F ((-94)+(-18)=(-112), suma negativa, bien).
   3. G+H ((-63)+(-71)=(-134), suma positiva, desbordamiento).
   4. B+G (42+(-63)=(-21), suma negativa, bien).

13. Números decimales codificados en binario: Convertir de BCD a decimal y a binario natural.
    a. 0010 0101 0111 257_{10} 100000001_2
    b. 0110 0011 1000 638_{10} 1001111110_2

14. Coma flotante IEEE Std. 754: Convierte los siguientes números de hexadecimal a decimal (están escritos en coma flotante y precisión sencilla según el estándar IEEE 754):
    a. 42E48000H 0 10000101 11001001000000000000000
       $+1{,}78515625 \times 2^6 = +114.25$
    b. 3F880000H 0 01111111 00010000000000000000000
       $+1{,}0625 \times 2^0 = +1{,}0625$
    c. 00800000H 0 00000001 00000000000000000000000
       $+1 \times 2^{-126} = +1{,}17549435 \cdot 10^{-38}$
    d. C7F00000H 1 10001111 11100000000000000000000
       $1{,}875 \times 2^{16} = -122.880$