

# Apuntes de Lógica Digital

Daniel Araya Román

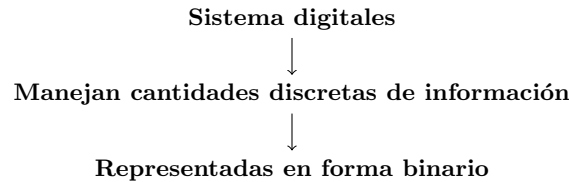
2023-05-08

# 1. Sistemas Binarios

## 1.1 Sistemas Digitales

En los sistemas digitales electrónicos actuales, las señales emplean sólo dos valores discretos  $\rightarrow$  *binarios*. Un dígito binario, llamado **bit**, que puede tomar los valores 0 y 1. Un sistema digital es una interconexión de módulos digitales. Para entender como funciona cada módulo digital, se necesitan conocimientos básicos de circuitos digitales y de su función lógica.

Un lenguaje importante para el diseño digital es el (**HDL, Hardware Description Language**). Sirve para simular sistemas digitales y verificar su funcionamiento antes de crearlos en hardware.



## 1.2 Números Binarios

El número decimal 7392, contiene potencias de 10 que están implícitas en la posición de los coeficientes, e.g:

$$7 \times 10^3 + 3 \times 10^2 + 9 \times 10^1 + 2 \times 10^0$$

Un número con punto decimal se representa con una serie de coeficientes, así:

$$a_5 a_4 a_3 a_2 a_1 a_0 \cdot a_{-1} a_{-2} a_{-3}$$

los coeficientes  $a_j$  son cualesquiera de los 10 dígitos (0...9); el valor del subíndice  $j$  indica la posición, y la potencia de 10 que se deberá multiplicar ese coeficiente. De modo que:

$$10^5 a_5 + 10^4 a_4 + 10^3 a_3 + 10^2 a_2 + 10^1 a_1 + 10^0 a_0 + 10^{-1} a_{-1} + 10^{-2} a_{-2} + 10^{-3} a_{-3}$$

El sistema binario es distinto al decimal, sus coeficientes solo pueden tener 2 valores, 0 o 1. Cada coeficiente  $a_j$  se multiplica por  $2^j$ . 11010.11 es 26.75 en decimal, porque:

$$1 \times 2^4 + 1 \times 2^3 + 0 \times 2^2 + 1 \times 2^1 + 0 \times 2^0 + 1 \times 2^{-1} + 1 \times 2^{-2} = 26.75$$

En general, un número expresado en un sistema de base  $r$  consiste en coeficientes que se multiplican por potencias de  $r$ :

$$a_n \cdot r^n + a_{n-1} \cdot r^{n-1} + \dots + a_2 \cdot r^2 + a_1 \cdot r + a_0 + a_{-1} \cdot r^{-1} + a_{-2} \cdot r^{-2} + \dots + a_{-m} \cdot r^{-m}$$

## 1.4 Números Octales y Hexadecimales

Las conversiones entre binario, octal y hexadecimal son importantes en las computadoras digitales. Puesto que  $2^3 = 8$  y  $2^4 = 16$ , cada dígito octal corresponde a **tres** dígitos binarios, y cada dígito hexadecimal corresponde a **cuatro** dígitos binarios.

*Binario  $\rightarrow$  octal:* agrupando los dígitos binarios de 3 en 3, de derecha a izquierda, y reemplazando cada grupo por su equivalente octal.

$$(10\ 110\ 001\ 101\ 011 \cdot 111\ 100\ 000\ 110)_2 = (26153.7406)_8$$

*Binario  $\rightarrow$  hexadecimal:* agrupando los dígitos binarios de 4 en 4, de derecha a izquierda, y reemplazando cada grupo por su equivalente hexadecimal.

$$(10\ 1100\ 0110\ 1011 \cdot 1111\ 0010)_2 = (2C6B.F2)_{16}$$

Cuando se habla de binario es más deseable expresarlo en términos de números octales o hexadecimales, porque son más compactos y fáciles de leer. Así  $(111\ 111\ 111\ 111)_2$  este número en binario de 12 bits, se puede escribir como  $(7777)_8$  en octal o  $(FFF)_{16}$  en hexadecimal.

Decimal (base 10)	Binary (base 2)	Octal (base 8)	Hexadecimal (base 16)
0	0000	00	0
1	0001	01	1
2	0010	02	2
3	0011	03	3
4	0100	04	4
5	0101	05	5
6	0110	06	6
7	0111	07	7
8	1000	10	8
9	1001	11	9
10	1010	12	A
11	1011	13	B
12	1100	14	C
13	1101	15	D
14	1110	16	E
15	1111	17	F

Table 1: Numbers in different bases