



A OTRO
NIVEL

Lógica digital

Enero de 2023

Profesor. Ricardo Moreno



Ingeniero Electrónico, Universidad de los Andes
Magíster en Ing. Eléctrica, Universidad de los Andes
Doctor en Ingeniería, Universidad de los Andes

Consultor en sistemas de energía para empresas en Colombia y otros países. Experiencia con software especializado como NEPLAN, ETAP, PSS/E, Power World, DIgSILENT.

Hobbies: leer ciencia ficción, jugar ajedrez, millos, bonsai.

Sistemas digitales



Sistemas digitales

¿Qué son sistemas digitales?

¿Cómo diseñar y construir sistemas digitales?



Sistemas digitales

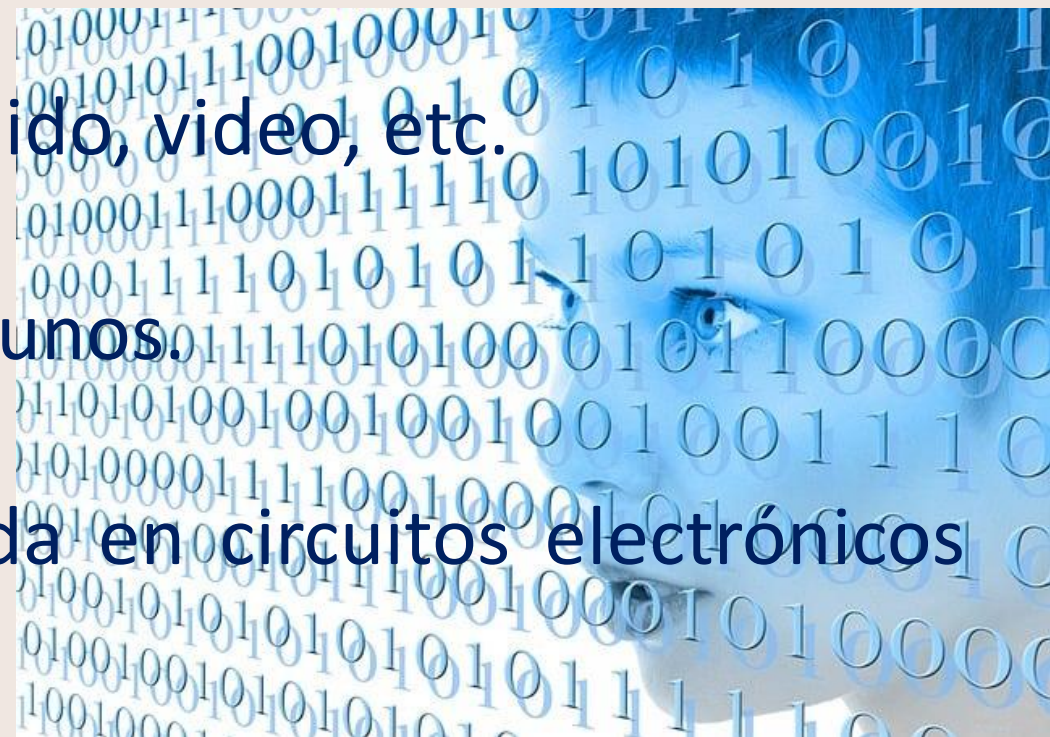
Un computador recibe, almacena, procesa y transmite datos.

Tipos de datos: números, caracteres, sonido, video, etc.

Codificación de datos: strings de ceros y unos.

Tecnología de computadores esta basada en circuitos electrónicos capaces de procesar vectores de 0 y 1.

Este tipo de codificación de información es llamada *sistema de codificación binario*.



Sistemas numéricos

Más usados:

- Sistema decimal
- Sistema binario
- Sistema hexadecimal

Sistema decimal

- Usa diez dígitos:

0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9

- Sistema posicional: un peso es asignado a cada digito de acuerdo a la posición.

- Ejemplo: 653

6 5 3

$$653 = 6 \cdot 10^2 + 5 \cdot 10^1 + 3 \cdot 10^0$$

Sistema binario

- Usa dos dígitos:

0, 1 (bits)

- Sistema posicional

- Ejemplo:

$$\begin{array}{cccc} 1 & 1 & 0 & 1 \\ 2^3 & 2^2 & 2^1 & 2^0 \end{array}$$

$$(1101)_2 = 1 \cdot 2^3 + 1 \cdot 2^2 + 0 \cdot 2^1 + 1 \cdot 2^0 = 13$$

Ejercicio:

- Calcular la representación decimal del número: $(101001)_2$

$$\begin{array}{cccccc} 1 & 0 & 1 & 0 & 0 & 1 \\ 2^5 & 2^4 & 2^3 & 2^2 & 2^1 & 2^0 \end{array}$$

$$(101001)_2 = 1 \cdot 2^5 + 0 \cdot 2^4 + 1 \cdot 2^3 + 0 \cdot 2^2 + 0 \cdot 2^1 + 1 \cdot 2^0 = 41$$

Sistema binario

- Sistema binario puro: representación de números no-negativos
- Con n bits: 2^n valores distintos
- Rango: 0 a $2^n - 1$
- Ejemplo:

$n = 4$ bits

16 combinaciones

De 0 a 15

Binario	Decimal
0000	0
0001	1
0010	2
0011	3
0100	4
0101	5
0110	6
0111	7

Binario	Decimal
1000	8
1001	9
1010	10
1011	11
1100	12
1101	13
1110	14
1111	15

Sistema binario

- Si $n = 3$: $2^3 = 8$ para representar del 0 al 7.
- Si $n = 4$: $2^4 = 16$ para representar del 0 al 15.
- Si $n = 5$: $2^5 = 32$ para representar del 0 al 31.
- Si $n = 6$: $2^6 = 64$ para representar del 0 al 63.

Sistema hexadecimal

- Usa diez y seis dígitos:

0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, A, B, C, D, E, F

- Sistema posicional

3	A	9	F
16^3	16^2	16^1	16^0

$$(3A9F)_{16} = 3 \cdot 16^3 + 10 \cdot 16^2 + 9 \cdot 16^1 + 15 \cdot 16^0 = (15,007)_{10}$$

Sistemas

Binario	Decimal
0000	0
0001	1
0010	2
0011	3
0100	4
0101	5
0110	6
0111	7
1000	8
1001	9

Binario	Hexa
0000	0
0001	1
0010	2
0011	3
0100	4
0101	5
0110	6
0111	7
1000	8
1001	9
1010	A
1011	B
1100	C
1101	D
1110	E
1111	F

Conversión de hexadecimal a binario y vice

- Hexadecimal a binario: 1 dígito Hexa \rightarrow 4 bits

3	A	9
0011	1010	1001

- Binario a hexadecimal: 4 bits \rightarrow 1 dígito hexadecimal

100	1011	1010	0101
4	B	A	5

Desde la derecha

Ejercicio:

- Calcular la representación hexadecimal de:

$$(110110101001100)_2 = ????_{16}$$

- Calcular la representación binaria de:

$$5F2C_{16} = ????_2$$

Binario	Hexa
0000	0
0001	1
0010	2
0011	3
0100	4
0101	5
0110	6
0111	7
1000	8
1001	9
1010	A
1011	B
1100	C
1101	D
1110	E
1111	F

Solución:

$$(110110101001100)_2 = 6D4C_{16}$$

$$5F2C_{16} = 0101111100101100_2$$

Binario	Hexa
0000	0
0001	1
0010	2
0011	3
0100	4
0101	5
0110	6
0111	7
1000	8
1001	9
1010	A
1011	B
1100	C
1101	D
1110	E
1111	F

Conversión de decimal a binario

- Dividir el número decimal en 2. Luego dividir el cociente en 2, y continuar dividiendo. de
- El número en base binario es el último cociente y el conjunto de remanentes.

$$18_{10} = ?$$

$$18 = 2 \cdot 9 + 0$$

$$9 = 2 \cdot 4 + 1$$

$$4 = 2 \cdot 2 + 0$$

$$2 = 2 \cdot 1 + 0$$

$$18_{10} = 10010_2$$



Ejercicio

$$43_{10} = ?_2$$

$$42 = 2 \cdot 21 + 0$$

$$21 = 2 \cdot 10 + 1$$

$$10 = 2 \cdot 5 + 0$$

$$5 = 2 \cdot 2 + 1$$

$$2 = 2 \cdot 1 + 0$$

$$43_{10} = 101011_2$$

Suma de números binarios

Suma de 2 bits:

$$0 + 0 = 0$$

$$1 + 0 = 1$$

$$0 + 1 = 1$$

$$1 + 1 = 10$$

$$\begin{array}{r}
 10100101 \\
 + 01010111 \\
 \hline
 11111100
 \end{array}$$

$$\begin{array}{r}
 111 \\
 10100101 = A \\
 + 1010111 = B \\
 \hline
 11111100
 \end{array}$$

Resta de números binarios

Resta de 2 bits:

$$0 - 0 = 0$$

$$1 - 0 = 1$$

$$1 - 1 = 0$$

$$0 - 1 = 11$$

$$\begin{array}{r} 10100101 \\ - 01010111 \\ \hline 1001110 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 10100101 = A \\ - 1010111 = B \\ \hline 01001110 \end{array}$$

Ejercicio

$$\begin{array}{r}
 + 10011011 \\
 01010011 \\
 \hline
 \end{array}$$

$$\begin{array}{r}
 - 10011011 \\
 01010011 \\
 \hline
 \end{array}$$

$$\begin{array}{r}
 0010011 \\
 10011011 = A \\
 + 1010011 = B \\
 \hline
 11101110
 \end{array}$$

$$\begin{array}{r}
 10011001 = A \\
 - 1010011 = B \\
 \begin{array}{c} 1 \quad \quad 11 \end{array} \\
 \hline
 01000110
 \end{array}$$

Resumen

- Representación de la información en computadores
- Sistemas numéricos (decimal, binario, hexadecimal)
- Sistemas binarios y rango de representación
- Conversiones de base
- Suma y diferencia de números binarios