Curso de Sistemas Digitales.

Instructor: Dr.Ing. Sergio A. Abreo C.

Escuela de Ingenierías Eléctrica, Electrónica y de Telecomunicaciones

Universidad Industrial de Santander

Semana: 2

Connectivity and Signal Processing Research Group.
info@cps.uis.edu.co http://cps.uis.edu.co/index.php

Agenda

Introducción.

Discusión

- ¿Por qué estudiar sistemas numéricos?

Introducción.

Sistema Digital

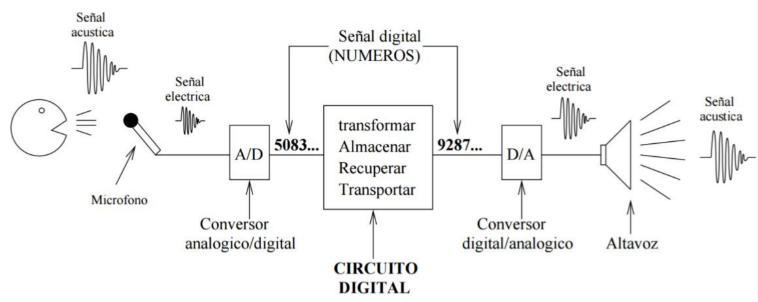


Figura 1 : Procesamiento de señales [Oppenheim et al., 1998].

Introducción.

Sistema Digital

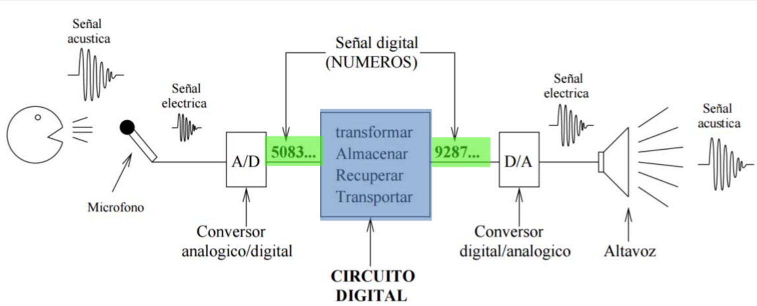


Figura 2 : Procesamiento de señales [Oppenheim et al., 1998].

Introducción.

Discusión

- ¿Cuales sistemas numéricos conoce?

Sistemas Numéricos Posicionales.

Bases más usadas.

Nombre	Base	Símbolos
Decimal	10	0,1,2,3,4,5,6,7,8,9
Binario	2	0,1
Octal	8	0,1,2,3,4,5,6,7
Hexadecimal	16	0,1,2,3,4,5,6,7,8,9,A,B,C,D,E,F

Discusión

- ¿Cómo se define una base?
- ¿Por qué usar varias bases?

Sistemas Numéricos Posicionales.

Bases más usadas.

Nombre	**Base**	**Símbolos**
Decimal	10	0,1,2,3,4,5,6,7,8,9
Binario	2	0,1
Octal	8	0,1,2,3,4,5,6,7
Hexadecimal	16	0,1,2,3,4,5,6,7,8,9,A,B,C,D,E,F

Discusión

- ¿Cómo se define una base?
- ¿Por qué usar varias bases?

Sistemas Numéricos Posicionales.

Características

- Tienen una base (b).
- Tienen "b" símbolos.
- "i" representa el peso.
- Con "x" digitos se pueden tener b^x números diferentes.

$$\sum_{i=-n}^{m} d_i \times b^i = d_m b^m + d_{m-1} b^{m-1} + \cdots + d_1 b^1 + d_0 b^0 + d_{-1} b^{-1} + d_{-2} b^{-2} + \cdots + d_{-n} b^{-n} \quad (1)$$

Sistemas Numéricos Posicionales.

Discusión

- ¿Por qué es importante hacer conversión entre bases?

Conversión de Decimal a:

- Binario –> División.
- Octal –> División.
- Hexa –> División.

Conversión de Octal a:

- Binario –> Sustitución.
- Hexa –> Sustitución.
- Decimal –> Suma ponderada.

Sistemas Numéricos Posicionales.

Discusión

- ¿Por qué es importante hacer conversión entre bases?

Conversión de Decimal a:

- Binario –> División.
- Octal –> División.
- Hexa –> División.

Conversión de Octal a:

- Binario –> Sustitución.
- Hexa –> Sustitución.
- Decimal –> Suma ponderada.

Sistemas Numéricos Posicionales.

Discusión

- ¿Por qué es importante hacer conversión entre bases?

Conversión de Decimal a:

- Binario –> División.
- Octal –> División.
- Hexa –> División.

Conversión de Octal a:

- Binario –> Sustitución.
- Hexa –> Sustitución.
- Decimal –> Suma ponderada.

Sistemas Numéricos Posicionales.

Discusión

- ¿Por qué es importante hacer conversión entre bases?

Conversión de Binario a:

- Octal –> Sustitución.
- Hexa –> Sustitución.
- Decimal –> Suma ponderada.

Conversión de Hexadecimal a:

- Binario –> Sustitución.
- Octal –> Sustitución.
- Decimal –> Suma ponderada.

Sistemas Numéricos Posicionales.

Discusión

- ¿Por qué es importante hacer conversión entre bases?

Conversión de Binario a:

- Octal –> Sustitución.
- Hexa –> Sustitución.
- Decimal –> Suma ponderada.

Conversión de Hexadecimal a:

- Binario –> Sustitución.
- Octal –> Sustitución.
- Decimal –> Suma ponderada.

Sistemas Numéricos: Suma ponderada–>Decimal.

Ejemplo: Base 10 (Decimal)

Símbolos.

$$4391 = 4 \times 10^3 + 3 \times 10^2 + 9 \times 10^1 + 1 \times 10^0$$

Ejemplo: Base 10 (Decimal)

Base.

$$4391 = 4 \times 10^3 + 3 \times 10^2 + 9 \times 10^1 + 1 \times 10^0$$

Ejemplo: Base 10 (Decimal)

Pesos.

$$4391 = 4 \times 10^3 + 3 \times 10^2 + 9 \times 10^1 + 1 \times 10^0$$

Sistemas Numéricos: Suma ponderada–>Decimal.

Ejemplo: Base 10 (Decimal)

Símbolos.

$$291{,}2 = 2 \times 10^2 + 9 \times 10^1 + 1 \times 10^0 + 2 \times 10^{-1}$$

Ejemplo: Base 10 (Decimal)

Base.

$$291{,}2 = 2 \times 10^2 + 9 \times 10^1 + 1 \times 10^0 + 2 \times 10^{-1}$$

Ejemplo: Base 10 (Decimal)

Pesos.

$$291{,}2 = 2 \times 10^2 + 9 \times 10^1 + 1 \times 10^0 + 2 \times 10^{-1}$$

Sistemas Numéricos: Suma ponderada–>Decimal.

Ejemplo: Base 8 (Octal)

Símbolos.

$$256{,}32_8 = 2 \times 8^2 + 5 \times 8^1 + 6 \times 8^0 + 3 \times 8^{-1} + 2 \times 8^{-2}$$

Ejemplo: Base 8 (Octal)

Base.

$$256{,}32_8 = 2 \times 8^2 + 5 \times 8^1 + 6 \times 8^0 + 3 \times 8^{-1} + 2 \times 8^{-2}$$

Ejemplo: Base 8 (Octal)

Pesos.

$$256{,}32_8 = 2 \times 8^2 + 5 \times 8^1 + 6 \times 8^0 + 3 \times 8^{-1} + 2 \times 8^{-2}$$

Sistemas Numéricos: Suma ponderada–>Decimal.

Ejemplo: Base 2 (Binario)

Símbolos.

$$1001{,}1_2 = 1 \times 2^3 + 0 \times 2^2 + 0 \times 2^1 + 1 \times 2^0 + 1 \times 2^{-1}$$

Ejemplo: Base 2 (Binario)

Base.

$$1001{,}1_2 = 1 \times 2^3 + 0 \times 2^2 + 0 \times 2^1 + 1 \times 2^0 + 1 \times 2^{-1}$$

Ejemplo: Base 2 (Binario)

Pesos.

$$1001{,}1_2 = 1 \times 2^3 + 0 \times 2^2 + 0 \times 2^1 + 1 \times 2^0 + 1 \times 2^{-1}$$

Sistemas Numéricos: Suma ponderada–>Decimal.

Ejemplo: Base 16 (Hexadecimal)

Símbolos.

$$A9F7,2_{16} = 10 \times 16^3 + 9 \times 16^2 + 15 \times 16^1 + 7 \times 16^0 + 2 \times 16^{-1}$$

Ejemplo: Base 16 (Hexadecimal)

Base.

$$A9F7,2_{16} = 10 \times 16^3 + 9 \times 16^2 + 15 \times 16^1 + 7 \times 16^0 + 2 \times 16^{-1}$$

Ejemplo: Base 16 (Hexadecimal)

Pesos.

$$A9F7,2_{16} = 10 \times 16^3 + 9 \times 16^2 + 15 \times 16^1 + 7 \times 16^0 + 2 \times 16^{-1}$$

Sistemas Numéricos: Sustitución.

Hexadecimal » Binario » Octal

$$3D5C_{16} >> 0011\ 1101\ 0101\ 1100_2$$

Sistemas Numéricos: Sustitución.

Hexadecimal » Binario » Octal

$3D5C_{16}$ >>$0011\ 1101\ 0101\ 1100_2$

>>$000\ 011\ 110\ 101\ 011\ 100_8$

>>$0\ 3\ 6\ 5\ 3\ 4_8$

>>36534_8

Sistemas Numéricos: Sustitución.

Hexadecimal » Binario » Octal

$$0.B851_{16} >> 0.1011\ 1000\ 0101\ 0001_2$$

Sistemas Numéricos: Sustitución.

Hexadecimal » Binario » Octal

$0.B851_{16}$ $>>0.1011\ 1000\ 0101\ 0001_2$

$>>0.101\ 110\ 000\ 101\ 000\ 100_8$

$>>0.5\ 6\ 0\ 5\ 0\ 4_8$

$>>0.560504_8$

Sistemas Numéricos: Sustitución.

Octal » Binario » Hexadecimal

$$674_8 >> 110\ 111\ 100_2$$

Sistemas Numéricos: Sustitución.

Octal » Binario » Hexadecimal

674_8 $>>110\ 111\ 100_2$

$>>0001\ 1011\ 1100_{16}$

$>>1\ B\ C_{16}$

$>>1BC_{16}$

Sistemas Numéricos: Sustitución.

Octal » Binario » Hexadecimal

0.726_8 >>$0.111\ 010\ 110_2$

Sistemas Numéricos: Sustitución.

Octal » Binario » Hexadecimal

$$0.726_8 >> 0.111\ 010\ 110_2$$

$$>> 0.1110\ 1011\ 0000_{16}$$

$$>> 0.\ E\ B\ 0_{16}$$

$$>> 0.EB_{16}$$

Sistemas Numéricos: División.

Decimal » Binario: 18_{10}

La parte entera se obtiene por divisiones sucesivas.

	cociente	residuo
18/2=	9	0
9/2=	4	1
4/2=	2	0
2/2=	1	0
1/2=	0	1

1 0 0 1 0 $=10010_2$

Figura 3 : Conversión de Decimal a Binario.

Sistemas Numéricos: División.

Decimal » Octal: 461_{10}

La parte entera se obtiene por divisiones sucesivas.

	cociente	residuo
461/8=	57	5
57/8=	7	1
7/8=	0	7

7 1 5 $=715_8$

Figura 4 : Conversión de Decimal a Octal.

Sistemas Numéricos: Multiplicación.

Decimal » Binario: 0.25_{10}

La parte decimal se obtiene por multiplicaciones sucesivas.

$$0.25_{10} >> 0.25 \times 2 = 0.5$$

Sistemas Numéricos: Multiplicación.

Decimal » Binario: 0.25_{10}

La parte decimal se obtiene por multiplicaciones sucesivas.

$$0.25_{10} >> 0.25 \times 2 = 0.5$$
$$>> 0.5 \times 2 = 1.0$$
$$>> 0.01_2$$

Sistemas Numéricos: Multiplicación.

Decimal » Octal: 0.25_{10}

La parte decimal se obtiene por multiplicaciones sucesivas.

$$0.25_{10} >> 0.25 \times 8 = 2.0$$

Sistemas Numéricos: Multiplicación.

Decimal » Octal: 0.25_{10}

La parte decimal se obtiene por multiplicaciones sucesivas.

$$0.25_{10} >> 0.25 \times 8 = 2.0$$

$$>> 0.2_8$$

Representación en Punto Flotante

Procedimiento

1. Se toma el número de su base inicial y se lleva a base dos (binario).
2. Se aplica notación científica.
3. Se extrae el exponente, bit de signo y mantisa.
4. Al exponente se le suma el sesgo (127 o 1023).
5. Se organiza la información en formato IEEE 754.

Representación en Punto Flotante

Ejemplo

-59.1875_{10}

59_{10} » 111011_2

59	2	
LSB ⇨ 1	29	2
1	14	2
0	7	2
1	3	2
1	1	2
MSB ⇨ 1	0	

0.1875_{10} » 0.0011_2

$0.1875 \times 2 = 0.375$

$0.375 \times 2 = 0.75$

$0.75 \times 2 = 1.5$

$0.5 \times 2 = 1.0$

$\boxed{111011\,.\,0011}$

$111011.0011_2 = 1.\mathbf{110110011}_2 \times 2^5$

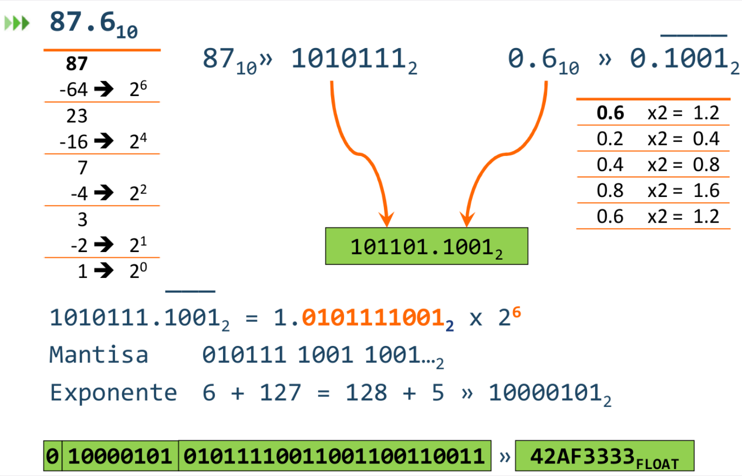
Mantisa 110110011_2

Exponente $5 + 127 = 132_{10}$ » 10000100_2

1	10000100	11011001100000000000000	»	$C26CC000_{FLOAT}$

Representación en Punto Flotante

Ejemplo



Representación en Punto Flotante

Estándar IEEE 754

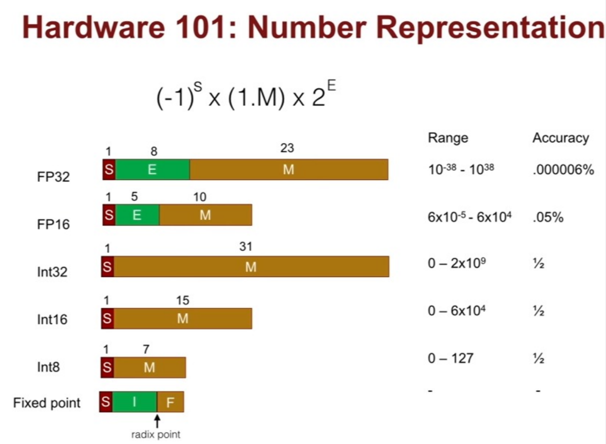
Formato	Total	Signo	Exponente	Mantisa	Sesgo
Sencillo	32 bits	1 bit	8 bits	23 bits	127
Doble	64 bits	1 bit	11 bits	52 bits	1023

Valores Definidos

Signo	Exponente	Mantisa	Valor
0	E=todos 1	M=0	$+\infty$
1	E=todos 1	M=0	$-\infty$
0-1	E=todos 1	M$\neq$ 0	NaN
0-1	E=todos 0	M=0	0
0-1	E=todos 0	M$\neq$ 0	$(-1)^s \cdot 0, M \cdot 2^{1-sesgo}$

Representación Entera y Flotante

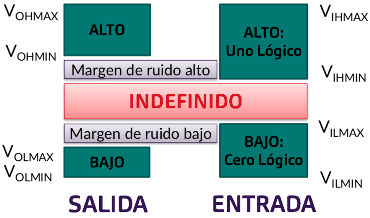
Formatos



Niveles Lógicos

La electrónica digital involucra circuitos en los cuales existen únicamente dos posibles estados: ALTO o BAJO.

Ejemplo



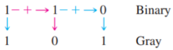
	CMOS	TTL	LVTTL	2.5V CMOS
V_{CC}	5.0 V	5.0 V	3.3V	2.5V
V_{OHmin}	4.44 V	2.4 V	2.4 V	2.0 V
V_{IHmin}	3.5 V	2.0 V	2.0 V	1.7 V
V_{ILmax}	1.5 V	0.8 V	0.8 V	0.7 V
V_{OLmax}	0.5 V	0.4 V	0.4 V	0.4 V

FUENTE: Selecting the Right Level-Translation Solution
www.ti.com/lit/an/scea035a/scea035a.pdf

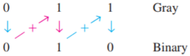
Códigos Digitales: Código Gray.

- No tiene pesos asignados a las posiciones
- Solo varía un bit de una palabra a la siguiente

- **Conversiones:**
  - Binario a Gray

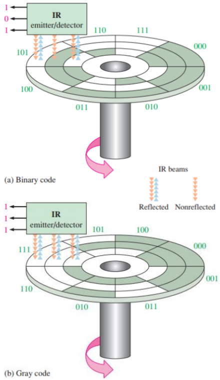


  - Gray a Binario



Código Gray de tres bits

Decimal	Binario	Gray
0	000	000
1	001	001
2	010	011
3	011	010
4	100	110
5	101	111
6	110	101
7	111	100



Fuente: Thomas L. Floyd – Digital Fundamentals, Eleventh Edition

Códigos Digitales: Código ASCII.

Desarrollado originalmente para 7 bits (ASCII estándar) y luego se amplió a 8 bits (ASCII extendido).

- Códigos 0 al 31: caracteres de control
- Códigos 48 al 57: números 0 al 9
- Códigos 65 al 90: letras mayúsculas
- Códigos 97 al 122: letras minúsculas

Códigos de algunos caracteres

Símbolo	DEC	HEX	BIN
ESPACIO	32	20	010 0000
0	48	30	011 0000
1	49	31	011 0001
:	58	3A	011 1010
@	64	40	100 0000
A	65	41	100 0001
B	66	42	100 0010
C	67	43	100 0011
a	97	61	110 0001
b	98	62	110 0010
c	99	63	110 0011

Ejemplo:

Decodificar el siguiente mensaje codificado en ASCII:

100 0001	110 0101	110 0011	110 0001	010 0000	011 0101
B	e	c	a	espacio	5

Mensaje = **Beca 5**

¿Donde Puedo Aprender Más?

Textos de Referencia.

- Capítulos iniciales [Tocci and Widmer, 2003].
- Capítulos iniciales [Harris and Harris, 2010].
- Google.

Agradecimientos

Grupo CPS: Línea Sistemas Digitales.

La información presentada en estas diapositivas intenta recopilar los elementos pedagógicos desarrollados por los profesores Carlos Fajardo y Carlos Angulo en sus cursos de Sistemas Digitales I durante los últimos años de trabajo en esta línea.

Referencias I

Harris, D. and Harris, S. (2010).
Digital design and computer architecture.
Morgan Kaufmann.

Oppenheim, A. V., Willsky, A. S., and Nawab, S. H. (1998).
Señales y sistemas.
Pearson Educación.

Tocci, R. J. and Widmer, N. S. (2003).
Sistemas digitales: principios y aplicaciones.
Pearson Educación.