



Universidad Autónoma del Estado de México

Dirección General de Centros Universitarios  
y Unidades Académicas Profesionales

## Ingeniería en Computación

Semestre: Séptimo

**Unidad de aprendizaje:** Lógica Secuencial y  
Combinatoria (L41036)

**Unidad de Competencia:** *Unidad 2*

**TEMA:** 2.5 *Códigos Binarios*

- a) *No ponderados (Gray, Johnson)*
- b) *Ponderados (8421, 5421, 84-2-1, exceso-3)*
- c) *Operaciones en BCD (suma y resta)*
- d) *Alfanuméricos (ASCII), paridad.*
- e) *Detectores y correctores de errores (Hamming, etc).*
- f) *Conversión de código (BCD a 7 Segmentos)*

**Docente:** M. en T. I. Jorge Bautista López

Zumpango de Ocampo, Septiembre de 2019

# Descripción del Material

A continuación se presenta el material de proyección visual con la finalidad de reforzar la apropiación del conocimiento por parte del alumno en la UA de **Lógica Secuencial y Combinatoria**, impartida en el séptimo semestre de la Licenciatura en Ingeniero en Computación.

La intención del material es que el alumno comprenda el empleo de los distintos **Códigos Binarios** empleados en los circuitos lógicos combinatorios y secuenciales.

# Justificación

La elaboración de este material es para apoyar la recopilación de conceptos y ejemplos en el diseño de circuitos combinatorios mediante el tema **Códigos binarios** correspondiente a la Unidad de Competencia 2, perteneciente a la Unidad de Aprendizaje de: **Lógica Secuencial y Combinatoria.**

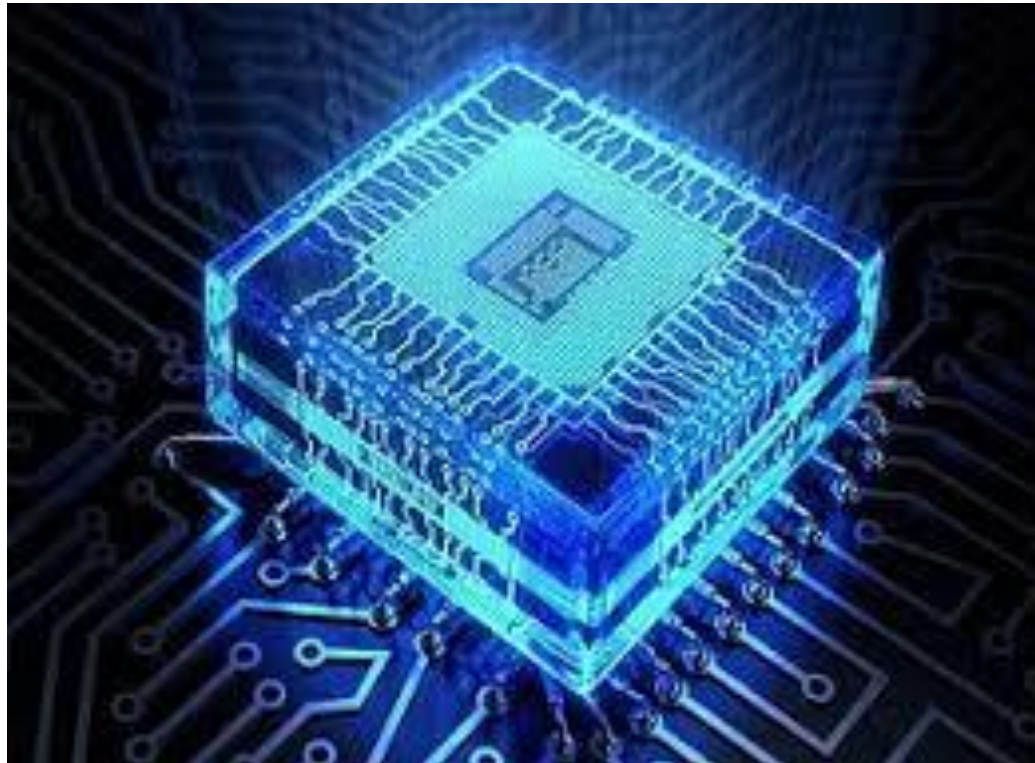
El presente material es de apoyo tanto para el profesor como para el alumno.

# Propósito de la Unidad de Aprendizaje

Iniciar al estudiante en los distintos sistemas de numeración y álgebra Booleana, y capacitarlo para construir cualquier sistema combinatorio o secuencial con vistas a que a su egreso se encuentre apto para el análisis, diseño, desarrollo y construcción de Hardware y sistemas de adquisición y distribución de señales y demás requerimientos que su desempeño profesional le exijan al respecto.

# Propósito de la Unidad de Competencia

Desarrollar cálculos distintos sistemas de numeración.



# Estructura de la Unidad de Aprendizaje

Unidad de competencia 1. Identificará la diferencia de señales entre los sistemas análogos y los sistemas digitales.

Unidad de competencia 2. **Desarrollar cálculos distintos sistemas de numeración.**

Unidad de competencia 3. Desarrollar á operaciones aritméticas en el álgebra Booleana.

Unidad de competencia 4. Optimizar funciones mediante métodos de minimización de éstas.

Unidad de competencia 5. Analizar y diseñar de manera eficiente, sistemas lógicos modulares, tales que permitan el desarrollo de proyectos electrónicos aplicando la tecnología computacional, los dispositivos electrónicos y sistemas de tipo comercial y de vanguardia para resolver problemas propios de su ámbito profesional

# Estructura de la Unidad de Aprendizaje

**Unidad de competencia 6.** Analizar y diseñar de manera eficiente, sistemas digitales secuenciales básicos, que permitan el desarrollo de proyectos electrónicos aplicando la tecnología computacional, los dispositivos electrónicos y sistemas de tipo comercial y de vanguardia para resolver problemas propios de su ámbito profesional.

**Unidad de competencia 7.** Analizar y diseñar de manera eficiente, sistemas digitales secuenciales que permitan el desarrollo de proyectos electrónicos aplicando la tecnología computacional, los dispositivos electrónicos y sistemas de tipo comercial y de vanguardia para resolver problemas propios de su ámbito Profesional.

**Unidad de competencia 8.** Analizar y diseñar de manera eficiente, sistemas digitales que utilicen dispositivos lógicos programables, los que permitan el desarrollo de proyectos electrónicos aplicando la tecnología computacional, los dispositivos electrónicos y sistemas de tipo comercial y de vanguardia para resolver problemas propios de su ámbito profesional

**Unidad de competencia 9.** Conocer de manera eficiente lo que son los dispositivos VHD

## Unidad de Competencia 2

### Habilidades

- Desarrollar diversas operaciones en los distintos sistemas de numeración.



# Estructura de la Unidad de Aprendizaje

## Actitudes / Valores

- Asistir puntualmente a clases.
- Cumplir con las actividades y las tareas asignadas.
- Mostrar disposición para el trabajo en equipo.
- Mostrar tolerancia con las opiniones diversas.
- Adoptar una actitud ética, crítica y comprometida con la aplicación de los conocimientos adquiridos en beneficio de la sociedad.

# Estructura de la Unidad de Aprendizaje

## Conocimientos

### 2. Representación de la Información.

#### 2.1 sistemas numéricos.

#### 2.2 Conversiones entre bases.

#### 2.3 Operaciones en Binario.

#### 2.4 Complemento de 2 y de 1 números y operaciones con signos.

#### 2.5 Códigos binarios:

a) No ponderados (Gray, Johnson)

b) Ponderados (8421, 5421, 84-2-1, exceso-3)

c) Operaciones en BCD (suma y resta)

d) Alfanuméricos (ASCII), paridad.

e) Detectores y correctores de errores (Hamming, etc).

f) Conversión de código (BCD a 7 Segmentos)

# Representación de la Información

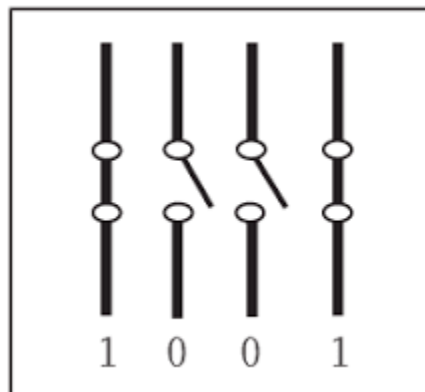
Dentro del mundo de la información en el cual nos encontramos inmersos existe un sin número de formas de representar y dar a conocer la información, la cual dependiendo del sistema que empleemos tendrá la posibilidad de emplear una variedad muy nutrida de códigos binarios, ya sea tanto como información recibida como información que es procesada y debe ser entregada en distinto código binario.

Por ello resulta importante que los sistemas combinatorios y secuenciales se diseñen desde una perspectiva de codificación de la información, lo cual facilitara su análisis, su comprensión y finalmente su implementación y puesta en marcha.

# Códigos binarios

- ❑ De manera generalizada en los sistemas digitales la información se representa en forma binaria, empero; existen diferentes formas de representar y manipular los bits tales como los códigos binarios, que no son más que conversiones de la información en binario con la finalidad de agilizar su representación.

0   &   1



# Códigos binarios

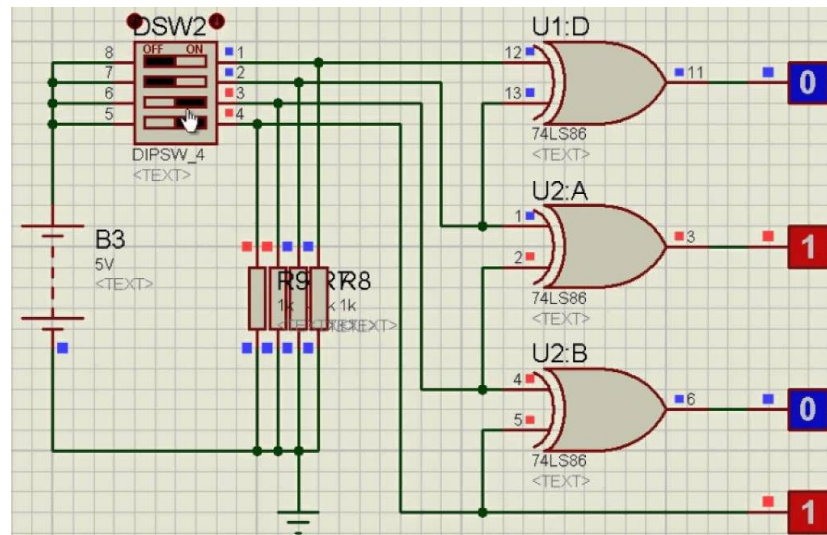
Entre los Códigos binarios existentes se encuentran:

- a) No ponderados (Gray, Johnson)
- b) Ponderados (8421, 5421, 84-2-1, exceso-3)
- c) Operaciones en BCD (suma y resta)
- d) Alfanuméricos (ASCII), paridad.
- e) Detectores y correctores de errores (Hamming, etc).
- f) Conversión de código (BCD a 7 Segmentos).

# Códigos binarios

## Código Gray

- El **código** binario reflejado o **código Gray**, nombrado así en honor del investigador Frank **Gray**, es un sistema de numeración binario en el que dos números consecutivos difieren solamente en uno de sus dígitos.<sup>1</sup>



<sup>1</sup> [https://es.wikipedia.org/wiki/Código\\_Gray](https://es.wikipedia.org/wiki/C%C3%B3digo_Gray)

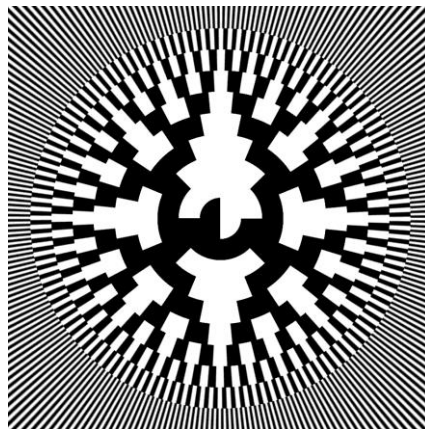
# Códigos binarios

- El **código** Gray forma parte de los códigos no ponderados debido a que la posición del bit no representa ningún significado con respecto a su peso específico asignado.

Decimal	Código binario	Código Gray
0	0000	0000
1	0001	0001
2	0010	0110
3	0011	0010
4	0100	0110
5	0101	0111
6	0110	0101
7	0111	0100
8	1000	1100
9	1001	1101
10	1010	1111
11	1011	1110
12	1100	1010
13	1101	1011
14	1110	1001
15	1111	1000

# Códigos binarios

- La principal razón por la que se creó el código Gray es porque surgió en la época en la que los contadores se basaban en circuitos de potencia elevada que generaban demasiado ruido al momento de conmutar varios bits, por ello se buscó que solo se modificara un bit (Pineda, D. 2011).
- En la actualidad el código se emplea para el diseño de circuitos combinatorios en donde se emplean mapas de Karnaugh, destacando que dicho mapa se fundamenta en el código Gray.





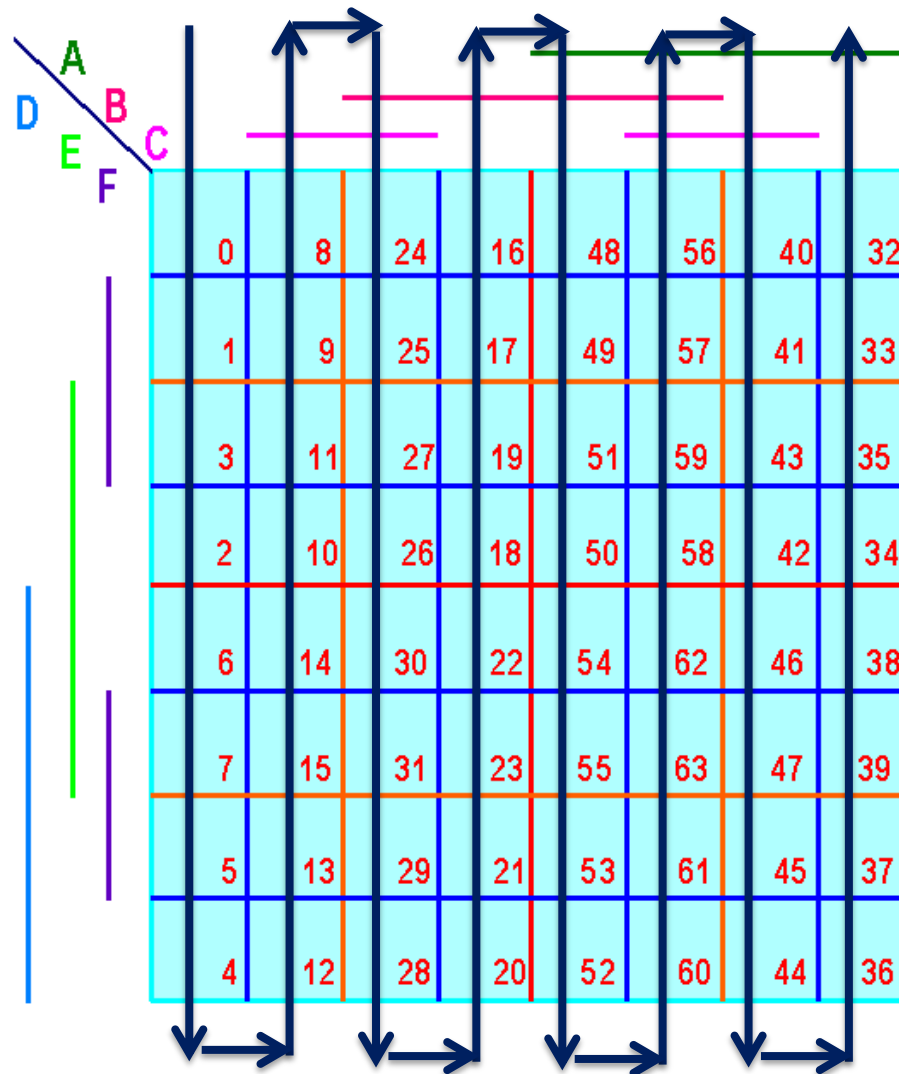
# Códigos binarios

Código Gray empleado en mapas de Karnaugh

	00	01	11	10
00	0	4	12	8
01	1	5	13	9
11	3	7	15	11
10	2	6	14	10

# Códigos binarios

Código Gray empleado en mapas de Karnaugh



# Códigos binarios

## Código Jonhson

También conocido como Johnson-Mobius, es un código binario continuo y cíclico en donde la capacidad de codificación viene dada por  $2n$ , siendo  $n$  es el número de bits. Por lo tanto se requieren 5 bits para codificar los dígitos decimales.<sup>2</sup>

Para obtenerlo basta con desplazar todos los bits 1's a la izquierda y en el bit menos significativo se coloca el complementario del que estaba más a la izquierda.

Se emplea en el control de sistemas digitales sencillos de alta velocidad por su simplicidad y protección contra errores aunque es menos eficiente en memoria que el código binario decimal.

<sup>2</sup> [https://es.wikipedia.org/wiki/C%C3%B3digo\\_Johnson](https://es.wikipedia.org/wiki/C%C3%B3digo_Johnson)

# Códigos binarios

## Código Jonhson

Decimal	Código Jonhson
0	00000
1	00001
2	00011
3	00111
4	01111
5	11111
6	11110
7	11100
8	11000
9	10000

# Códigos binarios

## Códigos ponderados (8421, 5421, 84-2-1, exceso-3)

A diferencia de los códigos no ponderados, en los **códigos ponderados** el valor posicional del bit conforma la esencia del código, por lo que resulta de vital importancia el peso significativo del bit.



# Códigos binarios

## Código ponderado 8421

	BCD			
Decimal	8	4	2	1
0	0	0	0	0
1	0	0	0	1
2	0	0	1	0
3	0	0	1	1
4	0	1	0	0
5	0	1	0	1
6	0	1	1	0
7	0	1	1	1
8	1	0	0	0
9	1	0	0	1
10	X	X	X	X
...	...	...	...	...
15	X	X	X	X

# Códigos binarios

## Código ponderado 5 4 2 1

Decimal	5	4	2	1
0	0	0	0	0
1	0	0	0	1
2	0	0	1	0
3	0	0	1	1
4	0	1	0	0
5	1	0	0	0
6	1	0	0	1
7	1	0	1	0
8	1	0	1	1
9	1	1	0	0
10	X	X	X	X
...	...	...	...	...
15	X	X	X	X

# Códigos binarios

## Código ponderado 8 4 -2 -1

Decimal	8	4	-2	-1
0	0	0	0	0
1	0	1	1	1
2	0	1	1	0
3	0	1	0	1
4	0	1	0	0
5	1	0	1	1
6	1	0	1	0
7	1	0	0	1
8	1	0	0	0
9	1	1	1	1
10	X	X	X	X
...	...	...	...	...
15	X	X	X	X



# Códigos binarios

## Código ponderado EXCESO 3

Decimal	Exceso 3			
	8	4	2	1
0	0	0	1	1
1	0	1	0	0
2	0	1	0	1
3	0	1	1	0
4	0	1	1	1
5	1	0	0	0
6	1	0	0	1
7	1	0	1	0
8	1	0	1	1
9	1	1	0	0
10	X	X	X	X
...	...	...	...	...
15	X	X	X	X

# Códigos binarios

## Operaciones en BCD (suma y resta)

El código BCD (Decimal Codificado en Binario), tiene la característica que el número decimal máximo es el número 9, donde se emplearan 4 bits para representar 1 dígito decimal.

De tal forma que por ejemplo, el número 792 en decimal sería equivalente a:

7	9	2	Decimal
<b>0111</b>	<b>1001</b>	<b>0010</b>	<b>BCD</b>

El código BCD es empleado en máquinas digitales tales como: voltímetros digitales, contadores de frecuencia y relojes digitales, así como calculadoras.

# Códigos binarios

## Operaciones en BCD (suma y resta)

1. Sumar los dos números BCD utilizando las reglas de la suma binaria
2. Si una suma de 4 bits es igual o menor que 9, es un número BCD válido.
3. Si una suma de 4 bits es mayor que 9, o si genera un acarreo en el grupo de 4 bits, el resultado no es válido. En este caso, se suma 6 (0110) al grupo de 4 bits para saltar así los seis estados no válidos y pasar al código 8421. Si se genera un acarreo se suma un 6, al grupo de 4 bits siguiente.

# Códigos binarios

## Operaciones en BCD (suma y resta)

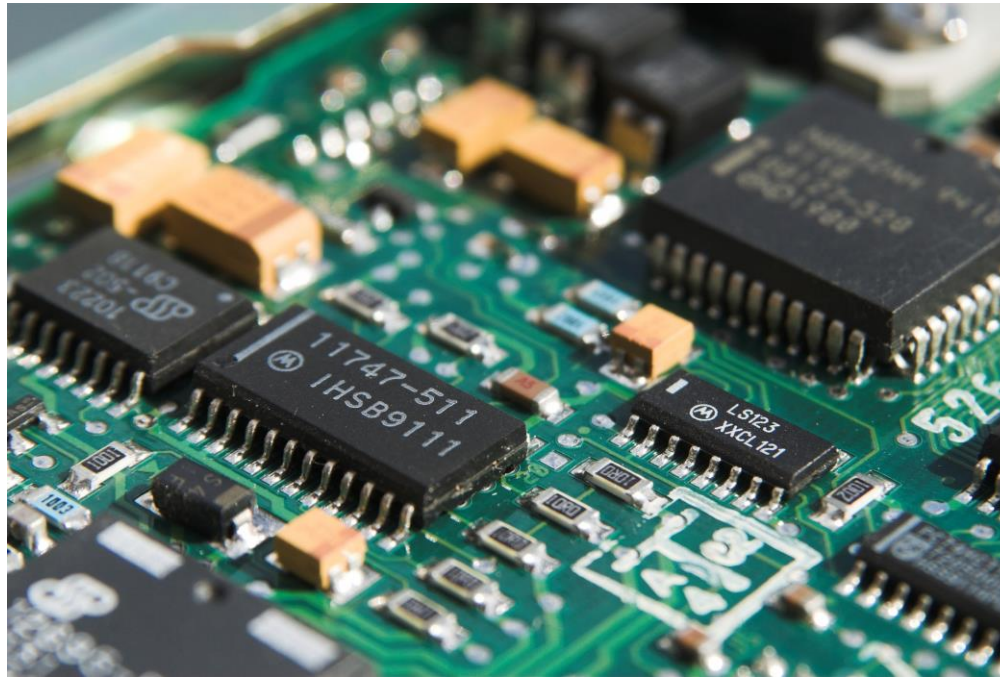
$$32 + 54 = 86$$

Decimal

	<b>0011</b>	<b>0010</b>	<b>BCD</b>
<b>+</b>	<b>0101</b>	<b>0100</b>	<b>BCD</b>
	<hr/>		
	<b>1000</b>	<b>0110</b>	<b>BCD</b>

# Códigos binarios

**Códigos Alfanúmericos:** este tipo de códigos resultan de suma importancia debido a que son empleados por los microcontroladores y microprocesadores.



# Códigos binarios

Carácter	6-bit Código interno	7-bit Código ASCII
A	010 001	100 0001
B	010 010	100 0010
C	010 011	100 0011
D	010 100	100 0100
E	010 101	100 0101
V	110 101	101 0110
W	110 110	101 0111
X	110 111	101 1000
Y	111 000	101 1001
Z	111 001	101 1010
0	000 000	011 0000
1	000 001	011 0001
2	000 010	011 0010
3	000 011	011 0011
7	000 111	011 0111
8	001 000	011 1000
9	001 001	011 1001
Espacio	110 000	010 0000
.	011 011	010 1110
(	111 100	101 1000
	110 001	010 1111
/	111 011	010 1100
,	001 011	011 1101
=		

**Códigos Alfanúmericos:**

# Códigos binarios

## Paridad

Bit extra que se agrega a un grupo codificado.

El bit de paridad puede ser 0 ó 1, dependiendo del número de unos que están contenidos en el grupo codificado.

**Paridad par:** el valor del bit de paridad se selecciona de tal manera que el número total de unos en el grupo codificado sea un número par, incluyendo el bit de paridad.

**Paridad impar:** semejante al anterior solo que el número total de unos deberá de ser impar.

# Códigos binarios

## Paridad par e impar

DEC	X	Y	Z	Par	Impar
0	0	0	0	0	1
1	0	0	1	1	0
2	0	1	0	1	0
3	0	1	1	0	1
4	1	0	0	1	0
5	1	0	1	0	1
6	1	1	0	0	1
7	1	1	1	1	0



# Códigos binarios

## Detectores y correctores de errores

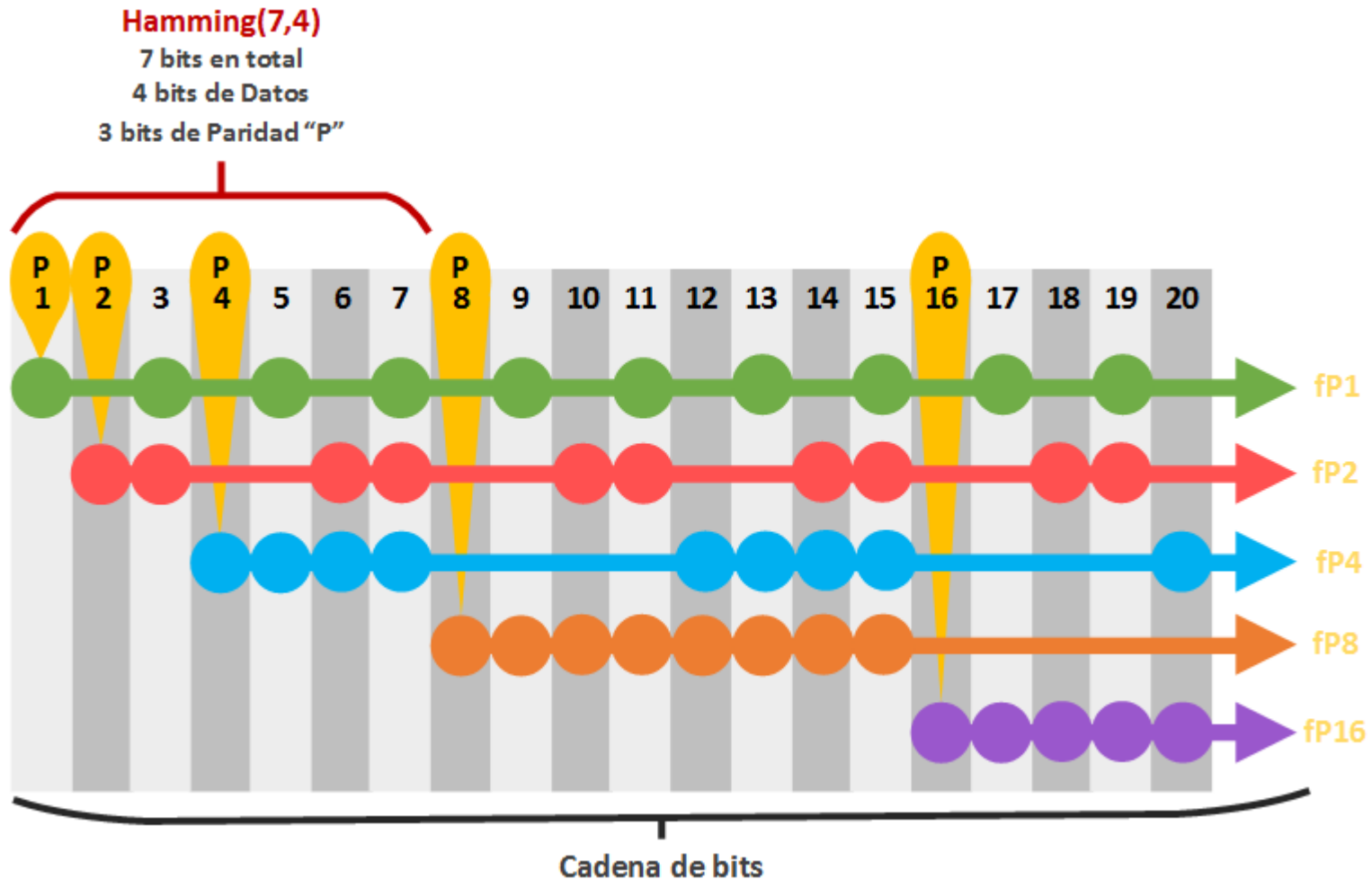
El código Hamming es un código detector y corrector de errores que lleva el nombre de su inventor, Richard Hamming.

Tiene la característica de que en los datos codificados se pueden detectar errores en un bit y corregirlos, en contra parte no se distingue entre errores de dos bits y de un bit, por lo que se deberá de emplear la versión más sofisticada conocida como Hamming extendido.<sup>3</sup>

<sup>3</sup> [https://es.wikipedia.org/wiki/C%C3%B3digo\\_Hamming](https://es.wikipedia.org/wiki/C%C3%B3digo_Hamming)

# Códigos binarios

## Código Hamming



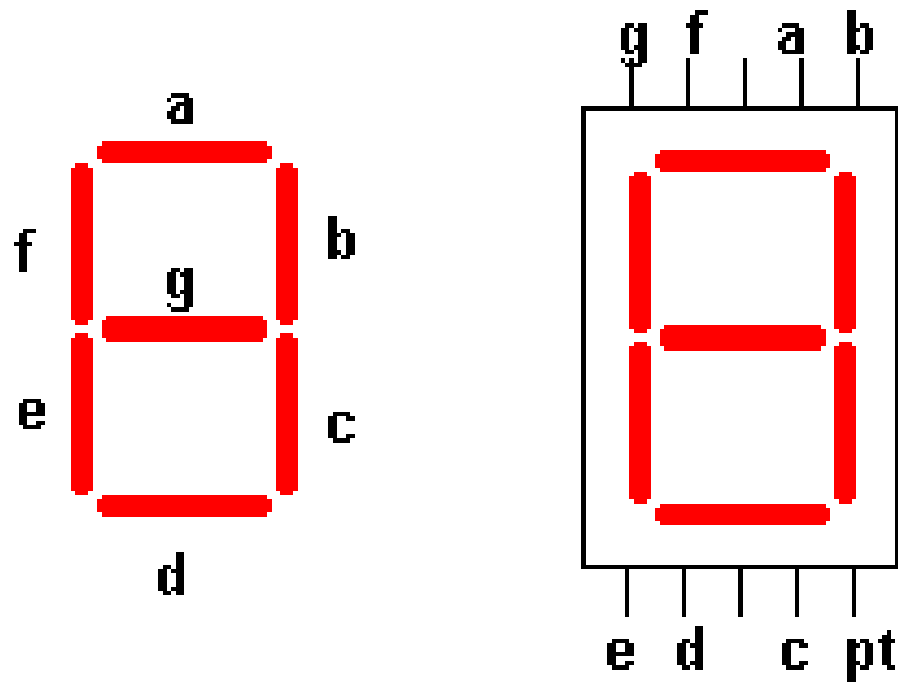
## **Conversión de código (BCD a 7 Segmentos)**

Resulta de suma importancia este convertidor debido a que el código BCD es el empleado en las computadoras o maquinas digitales, las cuales utilizadas por personas que requieren leer datos del sistema o escribir datos como entrada.

Por tal motivo se emplea un display de 7 segmentos con el que se visualizan los datos a tratar por el sistema digital.

# Códigos binarios

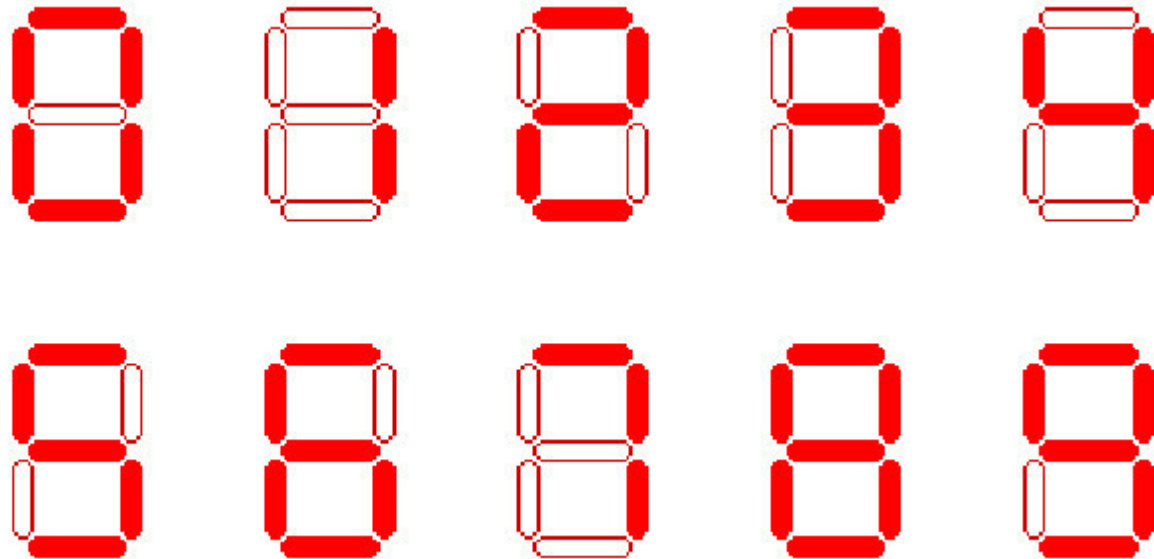
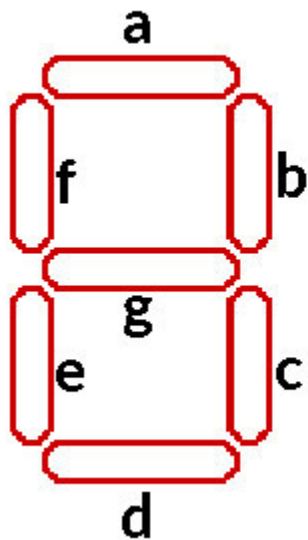
## Conversión de código (BCD a 7 Segmentos)



<https://wilaebaelectronica.blogspot.com/2017/01/hola-en-display-7-segmentos.html>

# Códigos binarios

## Conversión de código (BCD a 7 Segmentos)



# Códigos binarios

## Conversión de código (BCD a 7 Segmentos)

DEC	CÓDIGO BCD				EXHIBIDOR DE 7 SEGMENTOS						
	A	B	C	D	a	b	c	d	e	f	g
0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	0
1	0	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0
2	0	0	1	0	1	1	0	1	1	0	1
3	0	0	1	1	1	1	1	1	0	0	1
4	0	1	0	0	0	1	1	0	0	1	1
5	0	1	0	1	1	0	1	1	0	1	1
6	0	1	1	0	0	0	1	1	1	1	1
7	0	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0
8	1	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1
9	1	0	0	1	1	1	1	0	0	1	1
10					x	x	x	x	x	x	x
15					x	x	x	x	x	x	x

# Conclusiones

El conocer y comprender los códigos empleados en el diseño de sistemas digitales basados en circuitos lógicos combinatorios, representa una oportunidad para adentrarse al mundo digital, de tal manera que al Ingeniero en Computación le permitirá entender el funcionamiento de dichos sistemas.

Por lo anterior, el alumno deberá de desarrollar las habilidades y capacidades para realizar las distintas conversiones entre estos códigos, con la finalidad de diseñar, desarrollar y aplicar sus conocimientos sobre códigos binarios para la puesta en marcha de estos sistemas.



**UAEM**

# Referencias

1. Morris, M. Mano “Lógica digital y diseño de computadores” Ed. Prentice Hall (1989) ISBN 9688800163
2. Mano Morris. (2003) “Diseño Digital”. Ed. Prentice Hall. 3ra edición.
3. Tocci Ronald J. (2003). “Sistemas Digitales: principios y aplicaciones”. Editorial Pearson Educación. 6ta edición.



**UAEM**