

ELECTRÓNICA DIGITAL

CODIFICACIÓN DIGITAL

A solid green horizontal bar at the bottom of the page.

Sistemas digitales y análogos

Un **sistema digital** es la combinación de dispositivos diseñados para manipular información lógica o cantidades físicas que se representan en forma digital; es decir, las cantidades sólo pueden tener valores discretos. Estos dispositivos, por lo general, son electrónicos, pero también pueden ser mecánicos, magnéticos o neumáticos. Algunos de los sistemas digitales más comunes son las computadoras y las calculadoras digitales, los equipos de audio y video digital, y el sistema telefónico (el sistema digital más grande del mundo).

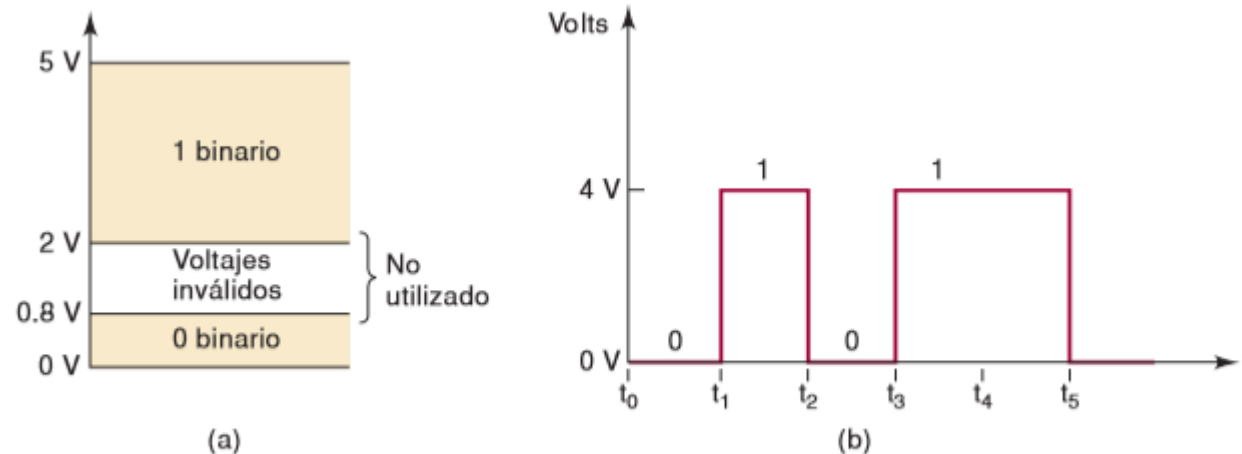
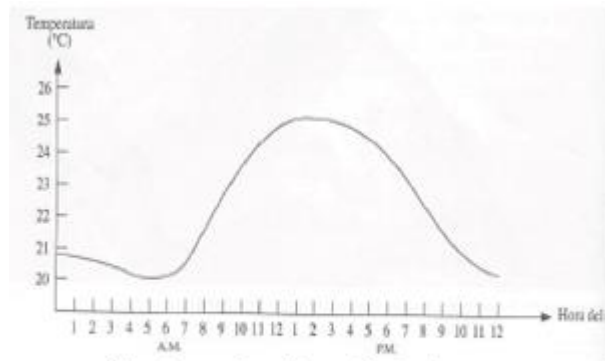


FIGURA 1-8 (a) Asignaciones comunes de voltaje en un sistema digital; (b) diagrama común de sincronización de una señal digital.

Sistemas digitales y análogos

Un sistema analógico contiene dispositivos que manipulan cantidades físicas que se representan en forma analógica. En un sistema analógico, las cantidades pueden variar sobre un intervalo continuo de valores. Por ejemplo, la amplitud de la señal de salida a la bocina en un receptor de radio puede tener cualquier valor entre cero y su límite máximo. Otros sistemas analógicos comunes son los amplificadores de audio, los equipos de grabación y reproducción de cintas magnéticas, y un simple interruptor regulador de luz.



Gráfica de una función analógica (temperatura en función del tiempo)

Ventajas de las técnicas digitales

Cada vez hay más aplicaciones en la electrónica, al igual que en la mayoría de las otras tecnologías, que utilizan técnicas digitales para hacer operaciones que antes se realizaban mediante métodos analógicos. Las razones principales del cambio hacia la tecnología digital son:

1. Generalmente los sistemas digitales son más fáciles de diseñar.
2. Es fácil almacenar información.
3. Es más fácil mantener la precisión y la exactitud en todo el sistema.
4. La operación puede programarse.
5. Los circuitos digitales son más resistentes al ruido.
6. Pueden fabricarse más circuitos digitales en los chips de CI (circuitos integrados).

Limitaciones de las técnicas digitales

En realidad existen muy pocas desventajas al utilizar técnicas digitales. Los dos problemas principales son:

1. El mundo real es analógico.
2. El procesamiento de las señales digitales lleva tiempo

La mayoría de las cantidades físicas son analógicas por naturaleza, y a menudo estas cantidades son las entradas y salidas que un sistema monitorea, opera o controla. Algunos ejemplos son: temperatura, presión, posición, velocidad, nivel de líquido y flujo, entre otros.

Estamos habituados a expresar estas cantidades en forma digital, como cuando decimos que la temperatura es de 32° (31.8° si queremos ser más precisos), pero en realidad estamos haciendo una aproximación digital de una cantidad que es sin duda analógica.

Procesamiento Digital de Señales

Para aprovechar las técnicas digitales al procesar entradas y salidas analógicas, se deben seguir cuatro pasos:

1. Convertir la variable física en una señal eléctrica (analógica).
2. Convertir la señal eléctrica (analógica) a su forma digital.
3. Procesar (operar con) la información digital.
4. Convertir las salidas digitales nuevamente a la forma analógica del mundo real.

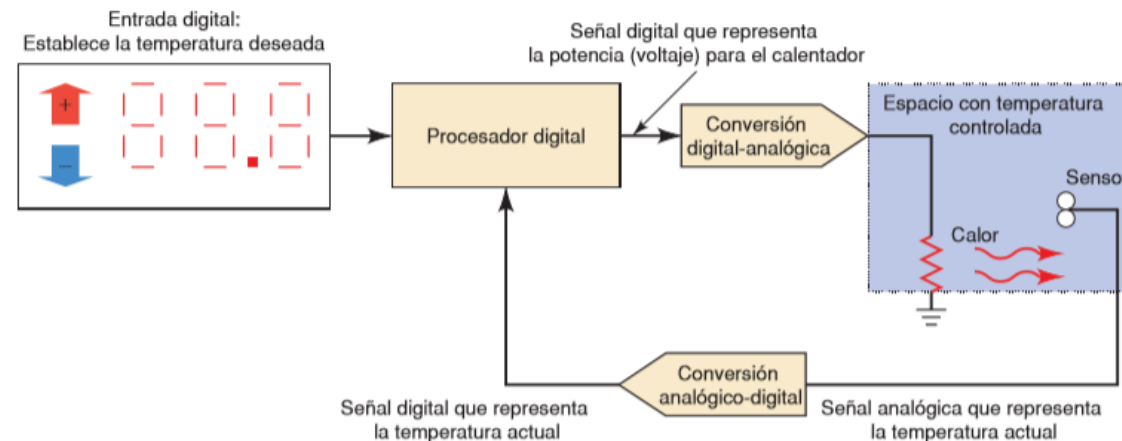
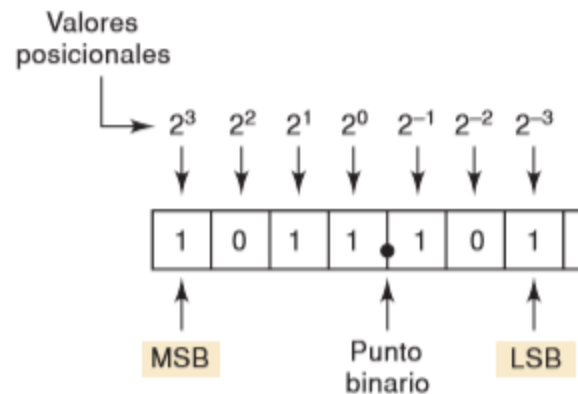


FIGURA 1-1 Diagrama de bloques de un sistema digital de precisión para control de temperatura.

Sistemas numéricos digitales

En la tecnología digital se utilizan muchos sistemas numéricos. Los más comunes son los siguientes: decimal, binario, octal y hexadecimal. Evidentemente el sistema decimal es el más conocido, ya que es el que utilizamos a diario.



$$\begin{aligned} 1011.101_2 &= (1 \times 2^3) + (0 \times 2^2) + (1 \times 2^1) + (1 \times 2^0) \\ &\quad + (1 \times 2^{-1}) + (0 \times 2^{-2}) + (1 \times 2^{-3}) \\ &= 8 + 0 + 2 + 1 + 0.5 + 0 + 0.125 \\ &= 11.625_{10} \end{aligned}$$

CIRCUITOS DIGITALES/CIRCUITOS LÓGICOS

Los circuitos digitales o lógicos, están diseñados para producir voltajes de salida que se encuentran dentro de los intervalos de voltaje prescritos para 0 y 1, como los que se definen en la figura 1-8. De igual forma, los circuitos digitales están diseñados para responder en forma predecible a los voltajes de entrada que se encuentran dentro de los intervalos definidos de 0 y 1. Esto significa que un circuito digital responderá de igual forma a todos los voltajes de entrada que se encuentren dentro de los valores permitidos para 0; de manera similar, no habrá distinción entre los voltajes de entrada que se encuentren dentro del intervalo permitido para 1. La figura 1-9 representa un circuito digital típico con una entrada v_i y una salida v_o . La salida se muestra para dos formas de onda de señal de entrada distintas. Observe que v_o es igual para ambos casos, pues aunque las dos formas de onda de entrada difieren en sus niveles exactos de voltaje, se encuentran en los mismos niveles binarios.

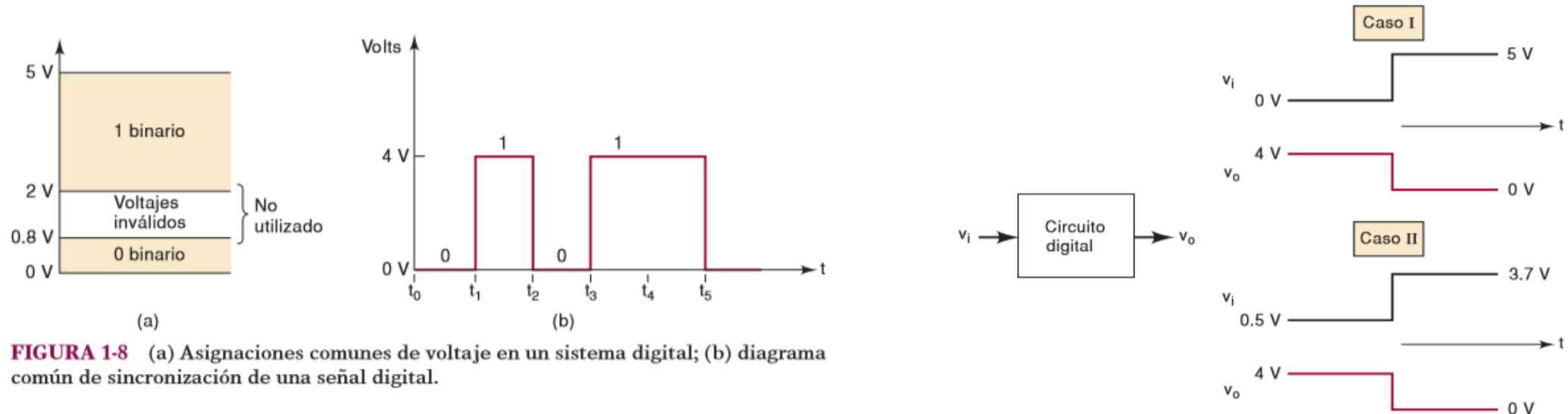


FIGURA 1-8 (a) Asignaciones comunes de voltaje en un sistema digital; (b) diagrama común de sincronización de una señal digital.

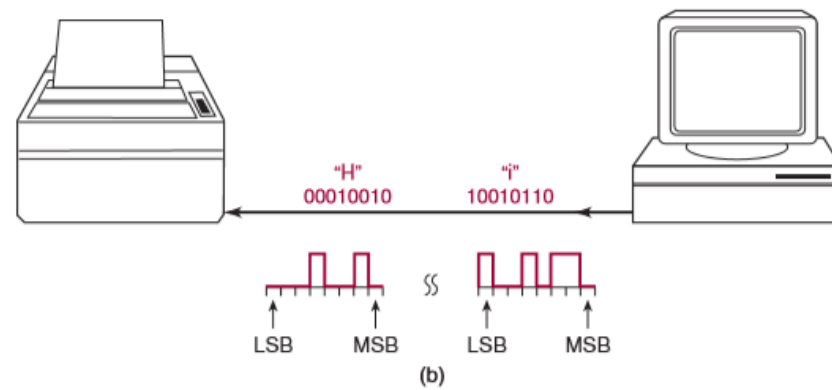
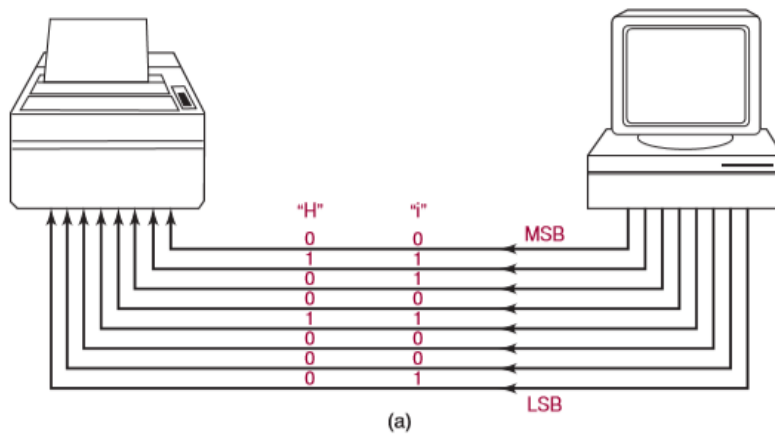
Circuitos digitales integrados

Casi todos los circuitos digitales que se utilizan en los sistemas digitales modernos son circuitos integrados (CI). La amplia variedad de circuitos integrados lógicos disponibles, ha hecho posible la construcción de sistemas digitales complejos que son más pequeños y confiables que sus contrapartes fabricados con componentes discretos.

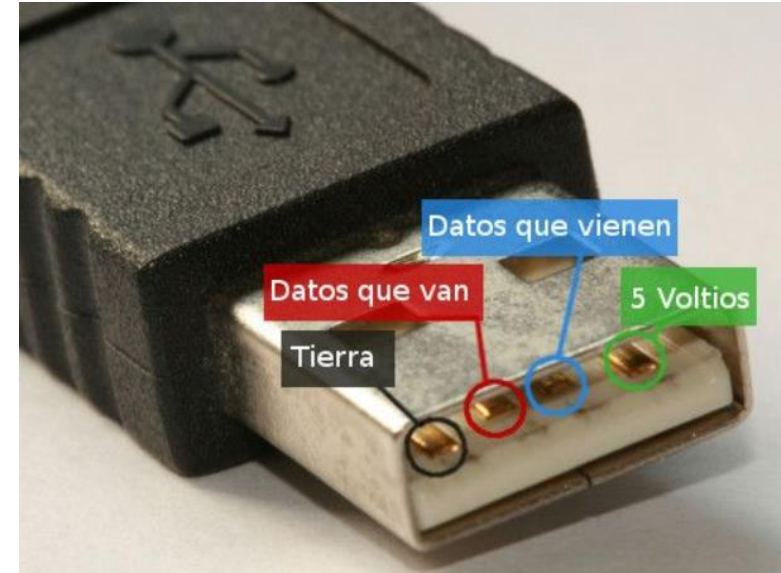
Existen varias tecnologías de fabricación de circuitos integrados utilizadas para producir circuitos integrados digitales, de las cuales las más comunes son CMOS, TTL, NMOS y ECL. Cada una difiere en cuanto al tipo de circuito utilizado para proporcionar la operación lógica deseada. Por ejemplo, TTL (lógica de transistor-transistor) utiliza el transistor bipolar como el elemento principal en el circuito, mientras que CMOS (semiconductor de metal óxido complementario) utiliza el MOSFET en modo mejorado como el elemento principal del circuito. Aprenderemos sobre las diversas tecnologías de CIs, sus características, ventajas y desventajas a medida que vayamos dominando los tipos básicos de circuitos lógicos.

TRANSMISIÓN EN PARALELO Y EN SERIE

Una de las operaciones más comunes que ocurre en cualquier sistema digital es la transmisión de información de un lugar a otro. La información puede transmitirse a través de una distancia tan pequeña como una fracción de un centímetro en la misma tarjeta de circuitos, o a través de muchos kilómetros cuando el operador de una terminal de computadora se comunica con una ubicada en otra ciudad. La información que se transmite se encuentra en formato binario y, por lo general, se representa como voltajes en las salidas de un circuito emisor, las cuales se conectan a las entradas de un circuito receptor. La figura ilustra los dos métodos básicos para la transmisión de información digital: en paralelo y en serie.



TRANSMISIÓN EN PARALELO Y EN SERIE



COMPUTADORES DIGITALES

En términos simples, una computadora es un sistema de hardware que realiza operaciones aritméticas, manipula datos (por lo general en formato binario) y realiza decisiones.

Unidad central de procesamiento (CPU): contiene todos los circuitos requeridos para obtener e interpretar las instrucciones y para controlar y realizar las diversas operaciones que requieren las instrucciones.

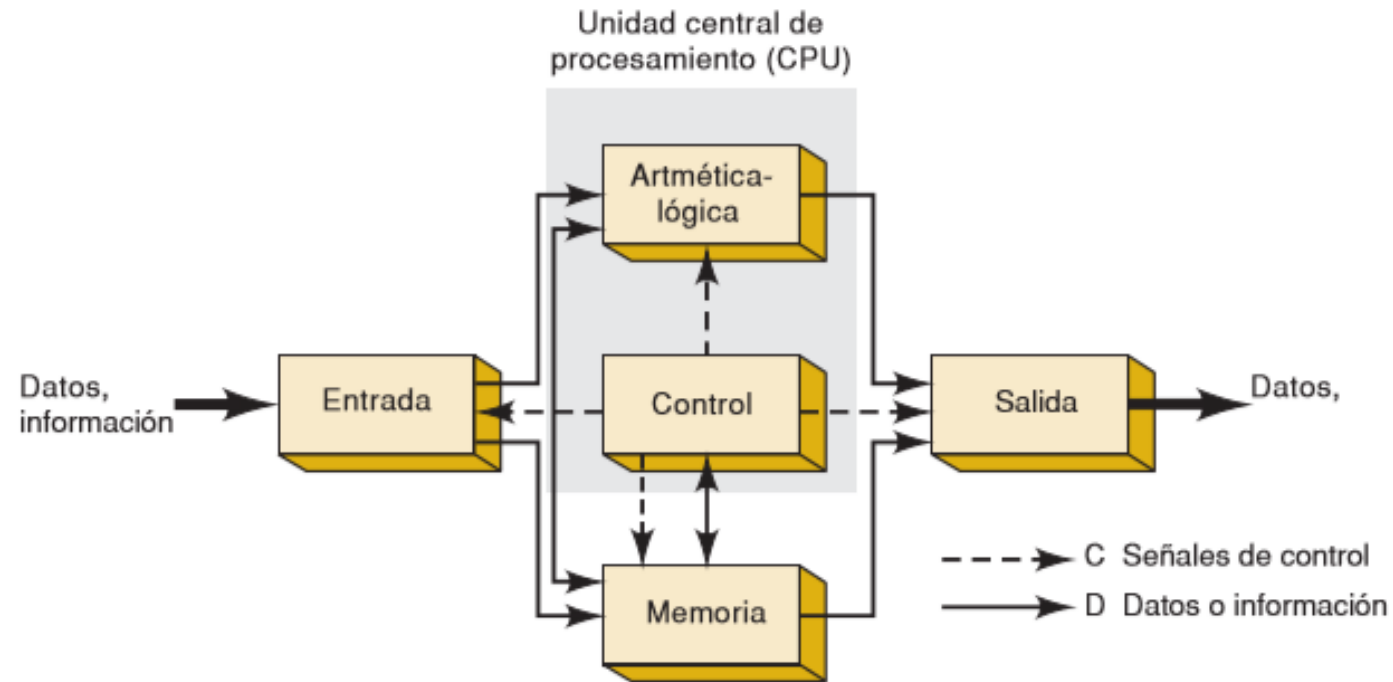


FIGURA 1-12 Diagrama funcional de una computadora digital.

CODIFICACIÓN DIGITAL

CODIFICACIÓN DIGITAL

Cuando se representan números, letras o palabras mediante un grupo especial de símbolos, decimos que están siendo codificados, y al grupo de símbolos se le llama código. Tal vez uno de los códigos más conocidos sea el Morse, en el cual una serie de puntos y rayas representan las letras del alfabeto.

Hemos visto que cualquier número decimal puede representarse mediante un número binario equivalente. El grupo de 1s y 0s en el número binario puede considerarse como un código que representa el número decimal. Cuando un número decimal se representa por su número binario equivalente, le llamamos código binario directo.

Todos los sistemas digitales utilizan cierta forma de números binarios para su operación interna, pero el mundo externo es decimal por naturaleza. Esto significa que con frecuencia se realizan conversiones entre los sistemas decimal y binario. Hemos visto que las conversiones entre decimal y binario pueden volverse extensas y complicadas cuando se manejan números grandes. Por esta razón, en ciertas situaciones se utiliza un medio para codificar números decimales que combina algunas características tanto del sistema decimal como del sistema binario.

CÓDIGOS ALFANUMÉRICOS

CÓDIGO MORSE

El Código Morse es un medio de comunicación basado en la transmisión y recepción de mensajes empleando sonidos o rayos de luz y un alfabeto alfanumérico compuesto por puntos y rayas. Aunque este código surgió en el siglo 19, su empleo es perfectamente utilizable hoy en día cuando la existencia de condiciones atmosféricas adversas no permiten el empleo de otros medios más desarrollados como, por ejemplo, la transmisión de la voz.

Aún cuando en una transmisión inalámbrica por radiofrecuencia realizada solamente con código Morse aparezcan interferencias producidas por tormentas eléctricas, los sonidos de los puntos y las rayas serán siempre reconocibles para el oído humano aunque se escuchen mezclados con el ruido que produce en esos casos la estática atmosférica.

En sus inicios para transmitir y recibir mensajes en Código Morse se empleaba un primitivo aparato inventado en 1844 por [Samuel Morse](#), creador a su vez del propio código que lleva su nombre. Ese aparato constaba de una llave telegráfica de transmisión, que hacía las veces de interruptor de la corriente eléctrica y un electroimán como receptor de los puntos y las rayas.

CÓDIGO MORSE

Letra	Código	Letra/Número	Código
A	. -	R	. - .
B	- . . .	S	. . .
C	- . - .	T	-
Ch	- - - -	U	. . -
D	- . .	V	. . . -
E	.	W	. - - -
F	. . - .	X	- . . -
G	- - .	Y	- . - -
H	Z	- - . .
I	. .	1	. - - - -
J	. - - -	2	. . - - -
K	- . -	3	. . . - -
L	. - . .	4 -
M	- -	5
N	- .	6	-
Ñ	- - . - -	7	- - . . .
O	- - -	8	- - - . .
P	. - - .	9	- - - - .
Q	- - - .	0	- - - - -

Signos	Nombre	Código
'	Apóstrofe	. - - - - .
/	Barra diagonal	- . . - .
,	Coma	- - - . - -
“ ”	Comillas - .
:	Dos puntos	- - - . . .
-	Guión corto	- -
=	Igualdad	- . . . -
?	Interrogación	. . - - . .
() []	Paréntesis	- . - - - .
;	Punto y coma	- . - . - .
.	Punto y seguido, o aparte	. - . - . -

Ejecutar:	Código
Acento	. - - - - .
Enterado	. . . - .
Error
Espera	. - . . .
Fin de texto	. . . - - -
Fin del mensaje	. - . - .
Recibido	. - .
Subrayado de texto	- - - . .

CÓDIGO BCD NATURAL

Código BCD (Binary-Coded Decimal (BCD) o Decimal codificado). Binario es un estándar para representar números decimales en el [sistema binario](#), en donde cada dígito decimal es codificado con una secuencia de 4 bits.

Los números decimales, se codifican en BCD con los bits que representan sus dígitos. Por ejemplo, la codificación en BCD del número decimal 59237 es:

Decimal: 5 9 2 3 7

BCD: 0101 1001 0010 0011 0111

La representación anterior (en BCD) es diferente de la representación del mismo número decimal en binario puro:

1110011101100101

Como se observa, con el BCD solo se utilizan 10 de las 16 posibles combinaciones que se pueden formar con números de 4 [bits](#), por lo que el sistema pierde capacidad de representación, aunque se facilita la compresión de los números. Esto es porque el BCD solo se usa para representar cifras, no números en su totalidad.

CÓDIGOS NUMÉRICOS BINARIOS

		CÓDIGO BINARIOS										
				2^7	2^6	2^5	2^4	2^3	2^2	2^1	2^0	
	Binario Puro Código Ponderado	→	1 1 1 1 0 1 0 1									
{	BCD	{	BCD NATURAL	4bits	5 =	0	1	0	1			
			BCD EXE 3		5 =	1	0	0	0			
			BCD 8 4 -2 -1		5 =	1	0	1	1			
			BCD 6 3 1 -1		5 =	1	0	0	1			
			BCD Aiken (2421)		5 =	1	0	1	1	} llenar bits mas } significativos		
			BCD 5421		5 =	1	0	0	0			
			BIQUINARIO 7 BITS		5 =	1	0	0	0	0	0	1
					5	0	4	3	2	1	0	
{	GRAY	{	No ponderado →	no tiene peso								
			Distante unitario									
			Reflexivo									
			HAMMING Código corrector de errores									

CÓDIGO BCD EXCESO 3

La conversión de números decimales a exceso 3 (XS3) se realiza de la siguiente forma:

Ejemplo: *Transformar el decimal 67 a XS3*

Tomamos cada dígito y le sumamos 3:

$$6+3=9$$

$$7+3=10$$

Ahora cada cantidad es transformada a binario:

$$9=1001$$

$$10= 1010$$

Por lo que el resultado de la conversión a XS3 será el número 10011010

CÓDIGO BCD

Los códigos BCD (Binary Coded Decimal) (Decimal Codificado en Binario) son grupos de 4 bits en el cual cada grupo de 4 bits solo puede representar a un único dígito decimal (del 0 al 9) Estos códigos son llamados códigos con peso ya que cada bit del grupo posee un peso o valor específico.

Existen por lo tanto códigos BCD's de acuerdo al valor o peso que posea cada bit. Ejemplos de estos códigos son el BCD 8421, el BCD 4221, el BCD 5421, el BCD 7421, el BCD 6311, etc. donde la parte numérica indica el peso o valor de cada bit.

Así por ejemplo el código BCD 8421 nos indica que el MSB posee un valor de 8, el segundo MSB posee un valor de 4, el tercer MSB tiene un valor de 2 y el LSB tiene un valor de 1. Para el código BCD 6311 el MSB tiene un peso o valor de 6, el segundo MSB posee un peso de 3, el tercer MSB posee un valor de 1, y el LSB tiene un valor de 1. El código BCD 8421 es el código BCD mas utilizado, es común referenciarlo simplemente como código BCD, así en el transcurso del curso se entenderá el código BCD como el BCD 8421, a menos que se indique lo contrario.

ALGUNOS SISTEMAS DE CODIFICACIÓN

Dec	BCD(8421)	Aiken(2421)	Exceso-3	Gray
0	0000	0000	0011	0000
1	0001	0001	0100	0001
2	0010	0010	0101	0011
3	0011	0011	0110	0010
4	0100	0100	0111	0110
5	0101	1011	1000	0111
6	0110	1100	1001	0101
7	0111	1101	1010	0100
8	1000	1110	1011	1100
9	1001	1111	1100	1101

ponderados no ponderado

CÓDIGO BIQUINARIO 7 BITS

CODIGO BIQUINARIO.-El código biquinario es un sistema de numeración usado en ábacos y en algunos de los primeros ordenadores. El término biquinario se refiere a que el código tiene una parte de dos estados (bi) y otra de cinco estados (quin). Dos para la componente binaria (pesos 0 5) y cinco para la componente quinaria (pesos 1 2 3 4).

Valor	Bits 50-43210
0	01-00001
1	01-00010
2	01-00100
3	01-01000
4	01-10000
5	10-00001
6	10-00010
7	10-00100
8	10-01000
9	10-10000

Dezimal-ziffer	-	-	-	-	-	-	-
0		■					■
1		■				■	
2		■		■			
3		■		■			
4		■	■				
5	■						■
6	■					■	
7	■			■			
8	■		■				
9	■		■				