

6. Electrónica digital

Tecnología 4º ESO



agustinos
recoletos

COLEGIO ROMAREDA · ZARAGOZA

Departamento de Nuevas Tecnología



TEMA6. Electrónica digital

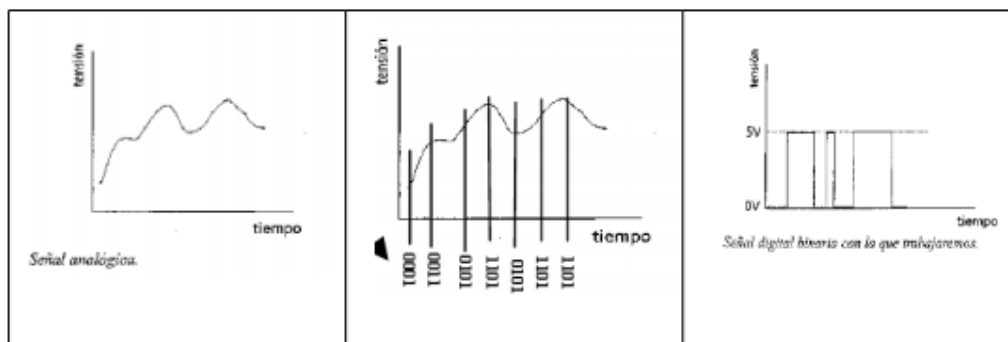
1. Índice

1. Introducción.....	3
2. Sistema binario.	4
3. Álgebra de Boole.....	6
3.1. Propiedades del álgebra de Boole	6
4. Puertas lógicas	6
5. Tabla de verdad	7
6. Obtener la función lógica a partir de una tabla de verdad.	8
7. Simplificación de funciones lógicas. Diagrama de Karnaugh.....	9
8. Resolución de problemas.	10
8.1. Problemas de Análisis.....	10
8.2. Problemas de Síntesis.....	10
9. Bibliografía.....	11

1. Introducción

Hemos visto hasta ahora algunos componentes muy utilizados en los circuitos de electrónica analógica. Esta tecnología se caracteriza porque las señales físicas (temperatura, sonido, imagen, etc...) se convierte en una señal eléctrica con la misma forma de onda que la señal física. Veamos un ejemplo.

En un aparato de sonido "analógico" (ejemplo un cassette) el sonido se convierte en señal eléctrica, esta señal la podemos modificar, grabar, etc. A la salida de los altavoces la señal eléctrica se convierte en una señal de sonido.

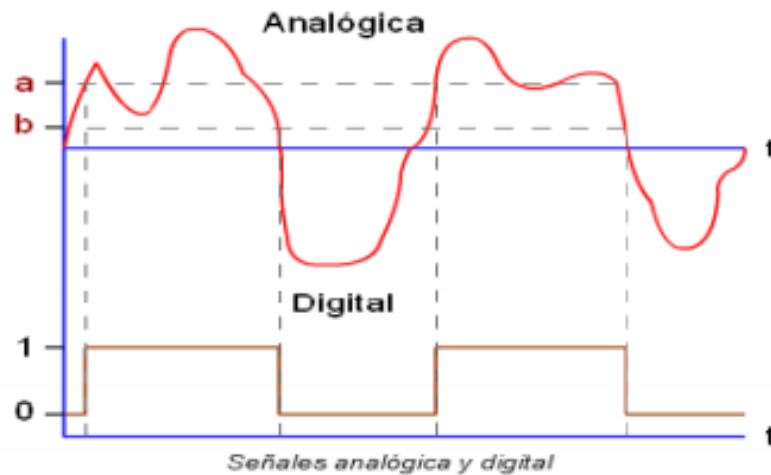


La señal analógica es una onda que puede tomar cualquier valor de voltaje a lo largo del tiempo. Y cuya forma es análoga a la de la señal física que representa.

Si utilizamos un sistema digital (ejemplo un CD) el sonido se codifica con dos únicos valores (0 ó 1) a estos valores se les denomina valores binarios, este sistema de manejar la información es la base de toda la electrónica digital.

En los circuitos digitales una señal de voltaje (por ejemplo 5 V) equivale a un 1 lógico y una señal de "no voltaje" (0 voltios) equivale a un 0 lógico.

En el ejemplo de la figura, la señal digital toma el valor 1 cuando supera al valor a, y toma valor 0 cuando desciende por debajo del valor b. Cuando la señal permanece entre los valores a y b, se mantiene con el valor anterior.



Esto supone una gran ventaja, hace que la señal digital tenga un alto grado de inmunidad frente a variaciones en la transmisión de datos.

Pero tiene el inconveniente de que para transmitir una señal analógica debemos hacer un muestreo de la señal, codificarla y posteriormente transmitirla en formato digital y repetir el proceso inverso. Para conseguir obtener la señal analógica original todos estos pasos deben hacerse muy rápidamente. Aunque los sistemas electrónicos digitales actuales trabajan a velocidades lo suficientemente altas como para realizarlo y obtener resultados satisfactorios.

El muestreo de una señal consiste en convertir su valor en un valor binario, por lo que es necesario estar familiarizado con los sistemas de numeración.

2. Sistema binario.

Es un sistema numérico que consta de dos dígitos el 0 y el 1. A cada uno de ellos se le llama bit (binary digit). La forma de contar en este sistema es similar al decimal, es decir: 0, 1, 10, 11, 100, 101, 110, 111, 1000,...

Binario a decimal

Para cambiar un número de sistema binario a decimal se procede de la siguiente forma:

Primero se expresa el número binario en su polinomio equivalente, a continuación se calcula el polinomio y el resultado es el número en base 10.

$$abcde,fg (2) = N (10)$$

$$N = a_{24} + b_{23} + c_{22} + d_{21} + e_{20} + f_{2-1} + g_{2-2}$$

De la coma a la izquierda son los exponentes positivos y de la coma a la derecha son los exponentes negativos.

EJERCICIO RESUELTO:

Transformar los números 1010 y 10011 en código binario a sistema decimal (el subíndice indica la base del sistema de numeración):

$$1010_2 = 1 \cdot 2^3 + 0 \cdot 2^2 + 1 \cdot 2^1 + 0 \cdot 2^0 = 8 + 2 = 10_{10}$$

$$11001_2 = 1 \cdot 2^4 + 1 \cdot 2^3 + 0 \cdot 2^2 + 0 \cdot 2^1 + 1 \cdot 2^0 = 24 + 23 + 1 = 25_{10}$$

Decimal a binario

Para realizar el cambio de base decimal a base binaria se procede como se indica a continuación: Se divide número decimal por dos, continuamente hasta que todos los restos y cocientes sean 0 o 1.

El número binario será el formado por el último cociente (bit de mayor peso) y todos los restos.

EJERCICIO RESUELTO:

Transformar los números 11 y 28 en sistema decimal a código binario (el subíndice indica la base del sistema de numeración):

Primero transformamos el número 11

11 : 2 = 5	Resto: 1	}	11 ₁₀ = 1011 ₂
5 : 2 = 2	Resto: 1		
2 : 2 = 1	Resto: 0		

Otra manera de expresarlo será:

11	2				
1	5	2			
1	2	2			
0	1	1			

→ 1011₂

Ahora transformamos el n° 28

28 : 2 = 14	Resto: 0	}	28 ₁₀ = 11100 ₂
14 : 2 = 7	Resto: 0		
7 : 2 = 3	Resto: 1		
3 : 2 = 1	Resto: 1		

0, al igual que antes:

28	2				
0	14	2			
0	7	2			
1	3	2			
1	1	1			

→ 11100₂

3. Álgebra de Boole

En 1847 el matemático inglés George Boole desarrolló un álgebra que afecta a conjuntos de dos tipos, conjunto vacío y conjunto lleno. Este álgebra se puede extrapolar a sistemas que tienen dos estados estables, "0" y "1", encendido y apagado, abierto y cerrado, ...

3.1. Propiedades del álgebra de Boole

Propiedad conmutativa	de la suma	$a + b = b + a$
	del producto	$a \cdot b = b \cdot a$
Propiedad asociativa	de la suma	$a + b + c = (a + b) + c = a + (b + c)$
	del producto	$a \cdot b \cdot c = (a \cdot b) \cdot c = a \cdot (b \cdot c)$
Propiedad distributiva	de la suma respecto del producto	$a + (b \cdot c) = (a + b) \cdot (a + c)$
	del producto respecto de la suma	$a \cdot (b + c) = a \cdot b + a \cdot c$
Existencia de elemento neutro	de la suma (0)	$a + 0 = a$
	del producto (1)	$a \cdot 1 = a$
Existencia de elemento opuesto	de la suma	$a + \bar{a} = 1$
	del producto	$a \cdot \bar{a} = 0$
Ley de idempotencia	en la suma	$a + a = a$
	en el producto	$a \cdot a = a$
Ley de absorción	$a + a \cdot b = a$	$a \cdot (a + b) = a$
Leyes de Morgan	$\overline{(a + b)} = \bar{a} \cdot \bar{b}$	$\overline{(a \cdot b)} = \bar{a} + \bar{b}$
Ley de involución	$\overline{\bar{a}} = a$	
También se cumple	$a + 1 = 1$	$a \cdot 0 = 0$

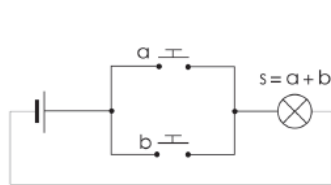
4. Puertas lógicas

Las puertas lógicas son componentes físicos (electrónicos, eléctricos, mecánicos, neumáticos...) capaces de realizar las operaciones lógicas.

La forma más simple de definir una función lógica es mediante su tabla de verdad. Consiste en establecer todas las posibles combinaciones de las variables independientes en forma de tabla, e indicar el valor de salida (S) para cada una de ellas.

El número total de combinaciones es 2^n , siendo n el número de ellas. Las puertas lógicas fundamentales son tres:

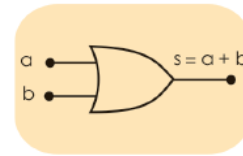
Puerta lógica OR



Circuito equivalente de interruptores

a	b	s
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	1

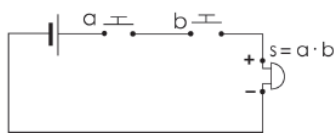
Tabla de verdad



Símbolo de la puerta OR

Función suma.

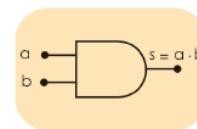
Puerta lógica AND



Circuito equivalente de interruptores

a	b	s
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

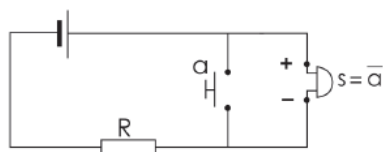
Tabla de verdad



Símbolo de la puerta AND

Función producto.

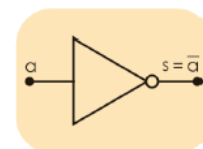
Puerta lógica NOT (inversora)



Circuito equivalente de interruptores

a	s
0	1
1	0

Tabla de verdad



Símbolo de la puerta NOT

Función negación.

5. Tabla de verdad

La tabla de verdad es la tabla donde se ordenan las diferentes opciones del circuito electrónico. Quedan reflejadas todas las posibilidades y se realiza de la siguiente manera:

1. Dibujar la tabla.
 - a. El número de filas será igual a 2^n , siendo n el número de entradas.
 - b. El número de columnas será igual al número de entradas + salidas.
2. Rellenar las columnas de las entradas.
3. Completar las salidas siguiendo el resultado de la función lógica.

Ejemplo.

$$S1 = ab + c\bar{a}$$

$$S2 = \bar{a}b + c$$

a	b	c	S1		S2	
0	0	0	$0*0+0*1$	0	$1*0+0$	0
0	0	1	$0*0+1*1$	1	$1*0+1$	1
0	1	0	$0*1+0*1$	0	$1*1+0$	1
0	1	1	$0*1+1*1$	1	$1*1+1$	1
1	0	0	$1*0+0*0$	0	$0*0+0$	0
1	0	1	$1*0+1*0$	0	$0*0+1$	1
1	1	0	$1*1+0*0$	1	$0*1+0$	0
1	1	1	$1*1+1*0$	1	$0*1+1$	1

6. Obtener la función lógica a partir de una tabla de verdad.

Como he visto en el apartado anterior, a tabla de verdad recoge las posibilidades de un circuito electrónico. Para dibujar el circuito electrónico que sigue dicha tabla la manera de obtener dicha función lógica es:

1. Los valores de salida verdadera (1) se pone en forma de producto tomado el valor de la entrada, cuando toma el valor de 1 o de entrada negada cuando es valor 0.
2. Cada fila con valor 1 se suma en una sola función.

Ejemplo. Sistema de luz de emergencia de cinturón de seguridad de un coche donde a es el indicador de coche encendido presencia de persona y b es el indicador de cinturón puesto.

	a	b	S	
Coche apagado, no ha cinturón puesto	0	0	0	-
Coche apagado, cinturón puesto	0	1	0	-
Coche encendido, no hay cinturón puesto	1	0	1	$a \cdot \sim b$
Coche encendido, cinturón puesto	1	1	0	-

La función lógica en este caso es $S = a \cdot \sim b$

7. Simplificación de funciones lógicas. Diagrama de Karnaugh.

A veces resulta muy compleja la función lógica resultante y, por ello, es necesario simplificarla. Para ello se puede emplear la álgebra de Boole o, de forma simplificada, de forma gráfica mediante los diagramas de Karnaugh.

La resolución mediante este método se realiza de la siguiente manera:

1. Colocación de los datos en el diagrama. Sólo se ponen cuando toman el valor de 1.
2. Agrupación de valores 1 en grupos de 2^n .
3. Simplificación de los valores no repetidos dentro de los grupos.
4. Suma de los valores simplificados.

Ejemplo. Simplificación de la función $S = \sim a \cdot \sim b \cdot c + a \cdot b \cdot c + a \cdot \sim b \cdot c + \sim a \cdot b \cdot c$

bc	00	01	11	10
a				
0		1	1	
1		1	1	

Como todos los valores coincide que c es 1, indica que únicamente el valor de c es el que influye en la solución de la función lógica, es decir, es el único valor verdadero (1) que se repite por lo que la función lógica resultante es: **$S = c$**

8. Resolución de problemas.

8.1. Problemas de Análisis.

Dado un circuito, averigua la función lógica.

1. Enumerar las entradas y las puertas lógicas.
2. Avanzar hasta encontrar la función lógica del circuito.
3. Simplificar la función lógica (Diagrama de Karnaugh).
4. Dibujar la tabla de verdad del circuito.

8.2. Problemas de Síntesis.

Dado un problema que queremos resolver, averiguar la función lógica y sus circuito.

1. Hacer la tabla de verdad con las diferentes condiciones.
2. Averiguar la función lógica del circuito.
3. Simplificar la función lógica (Diagrama de Karnaugh).
4. Dibujar el circuito.

9. Bibliografía

Apuntes de Tecnología. (2016). Dpto. Tecnología IES Zaframagón.

Landín, E. b. (05 de 09 de 2017). Obtenido de <http://bit.ly/2vN5xTp>

Meler, L. (05 de 09 de 2017). *Recursos de Tecnología e Informática*. Obtenido de www.tecnomeler.org

Recursos de Tecnología e Informática. (s.f.). Recuperado el 05 de 09 de 2017, de <http://bit.ly/2iZ9CxF>

Tecnología A ESO. (2016). Madrid: Mc Graw Hill.

Tecnología Interactiva. (s.f.). Recuperado el 05 de 09 de 2017, de <http://bit.ly/2eGoGiB>

Tecnología, P. E. (05 de 09 de 2017). Obtenido de <http://bit.ly/2f4ARmf>

