ÁLGEBRA DE BOOLE

¿Qué sabrás al final del capítulo?

- Leyes y propiedades del Algebra de Boole
- Simplificar funciones utilizando el Algebra de Boole
- Analizar circuitos mediante Algebra de Boole y simplificarlos
- Pasar de una tabla de verdad a Suma de Productos y Producto de Sumas
- Utilizar Mapas de Karnaugh para simplificar funciones lógicas

Algebra de Boole

En Algebra habéis aprendido leyes y propiedades. *Por ejemplo*, la propiedad **Conmutativa** de la Suma A + B = B + A (A y B son números enteros o reales)

En 1860 George Boole desarrolló un Álgebra en la que los valores de A y B sólo podían ser "verdadero" o "falso" (1 ó 0). Se llama *Álgebra de Boole* y se utiliza en Electrónica Digital

OPERACIONES DEL ALGEBRA DE BOOLE

Suma Booleana es la función lógica OR

$$X=A + B$$

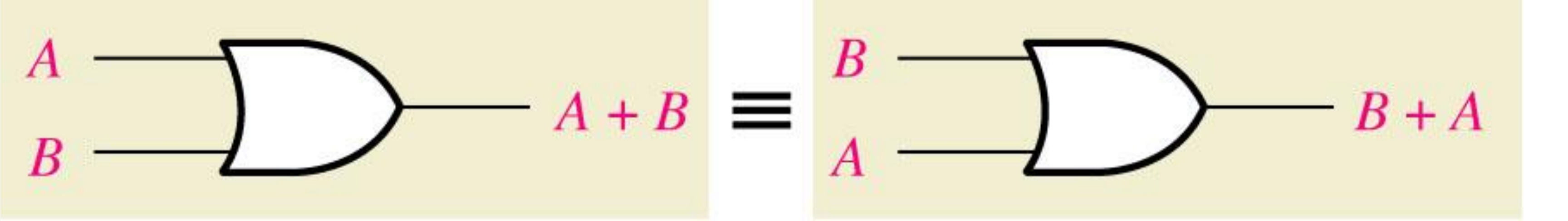
Multiplicación Booleana es la función lógica AND

$$X = AB$$

CONMUTATIVA DE LA SUMA

A+B = B+A

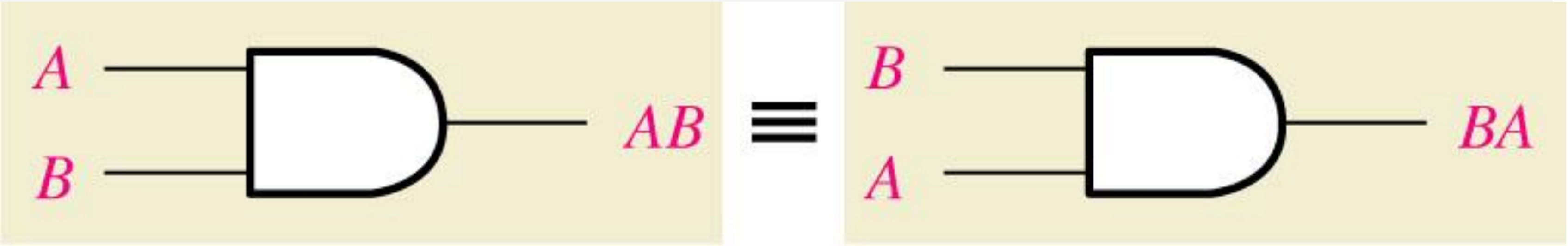
El orden en la OR no importa



CONMUTATIVA DEL PRODUCTO

AB = BA

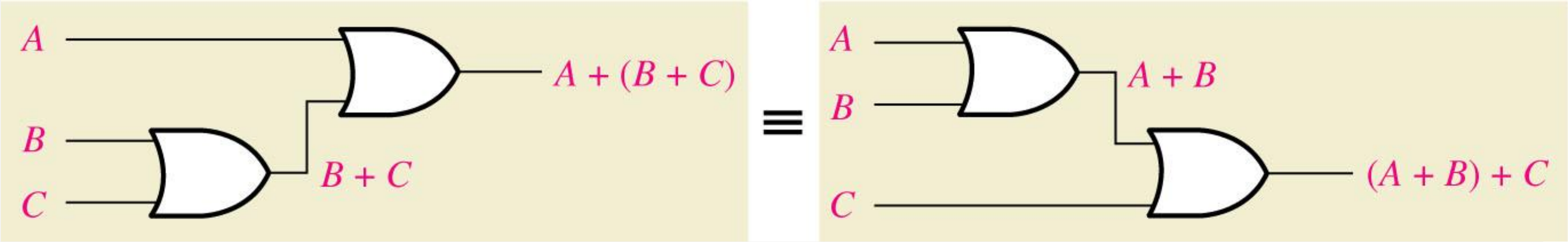
El orden en la AND no importa



ASOCIATIVA DE LA SUMA

A + (B + C) = (A + B) + C

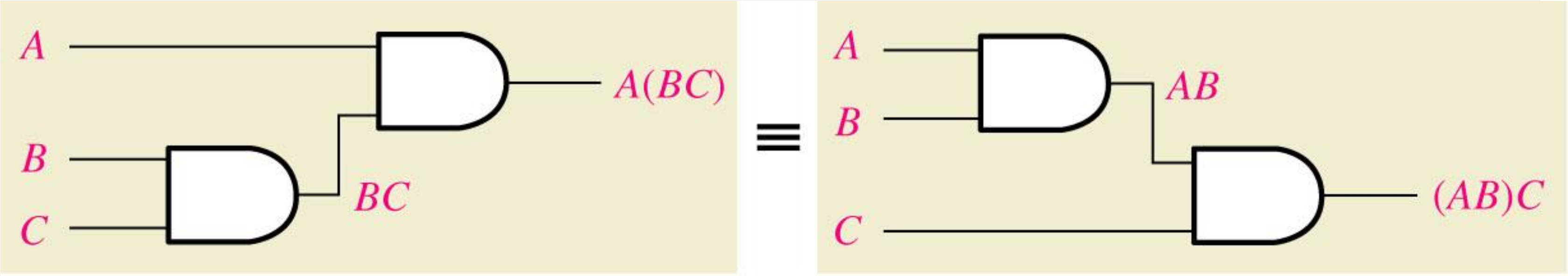
Agrupar variables en la OR no importa



ASOCIATIVA DEL PRODUCTO

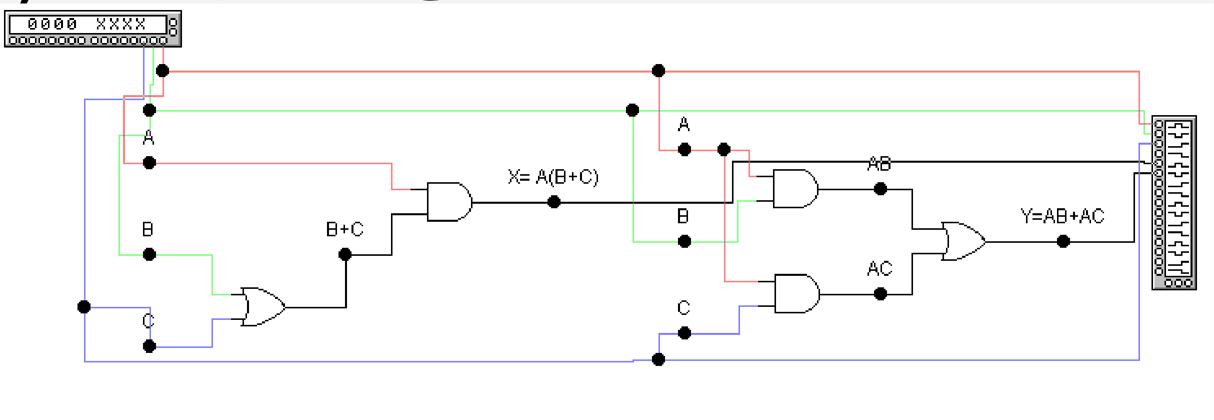
A (B C) = (A B) C

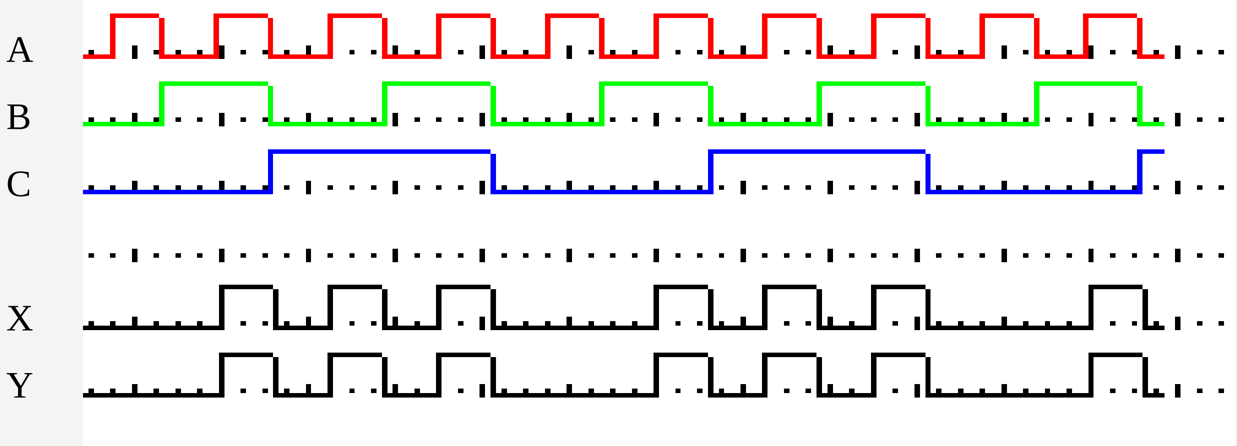
Agrupar variables en la AND no importa



DISTRIBUTIVA

$$A(B + C) = AB + AC$$

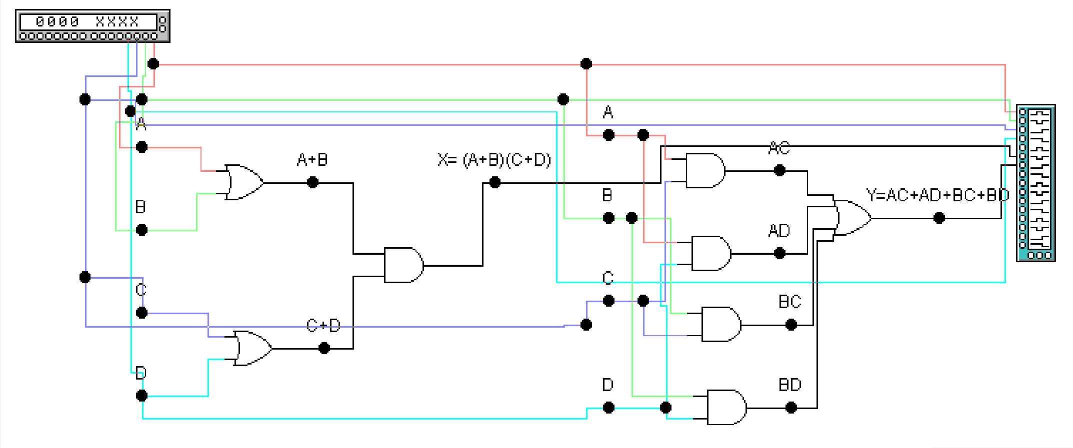


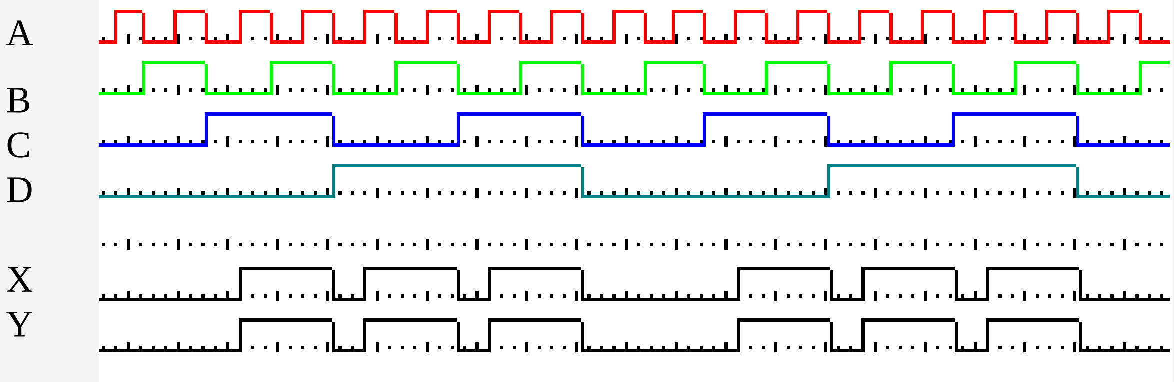


X=Y

DISTRIBUTIVA

(A+B)(C+D) = AC + AD + BC + BD

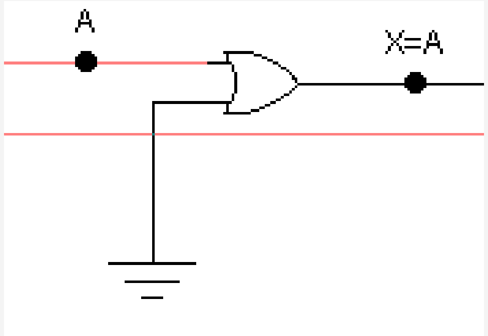


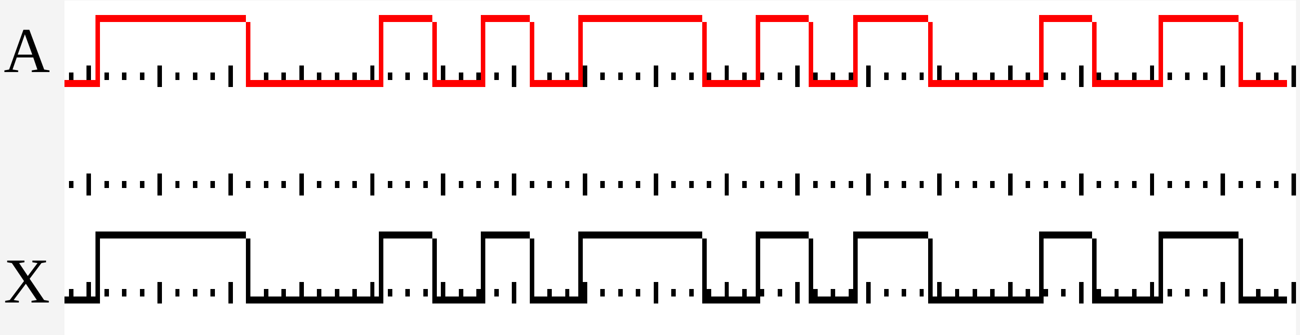


X=Y

A+0=A

Hacer una operación OR con 0 no cambia nada.

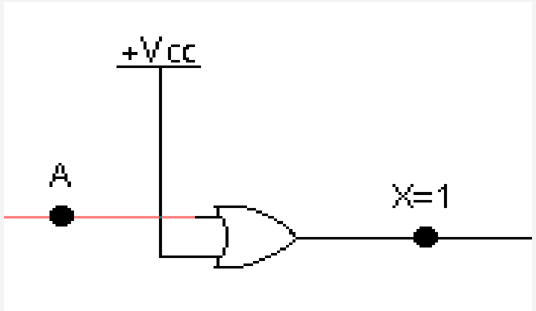


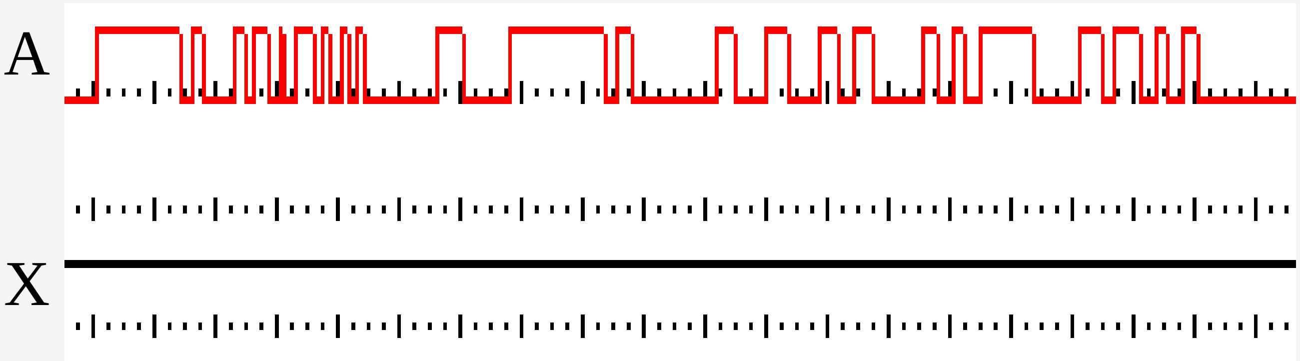


X=A

A+1=1

Hacer una operación OR con 1 da siempre 1.

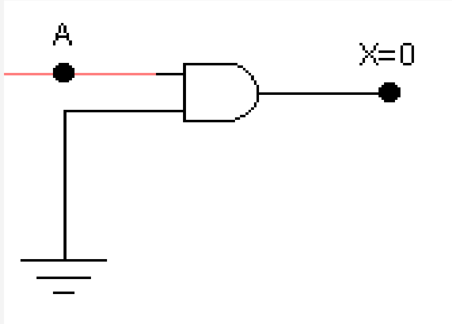




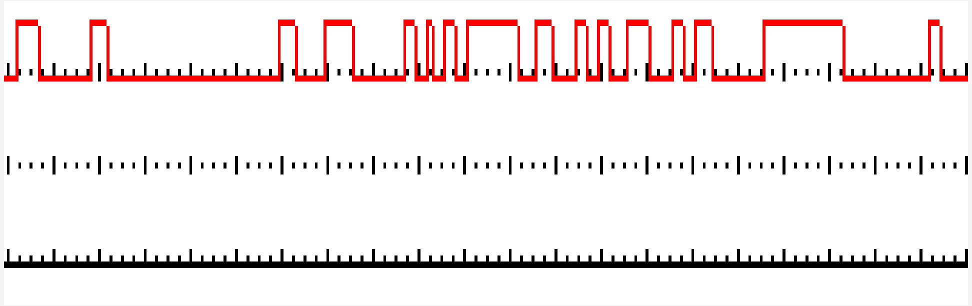
X=1

A•0=0

Hacer una operación AND con 0 siempre da 0



A

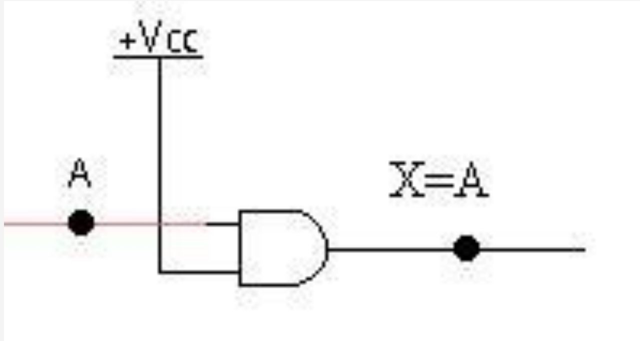


X=0

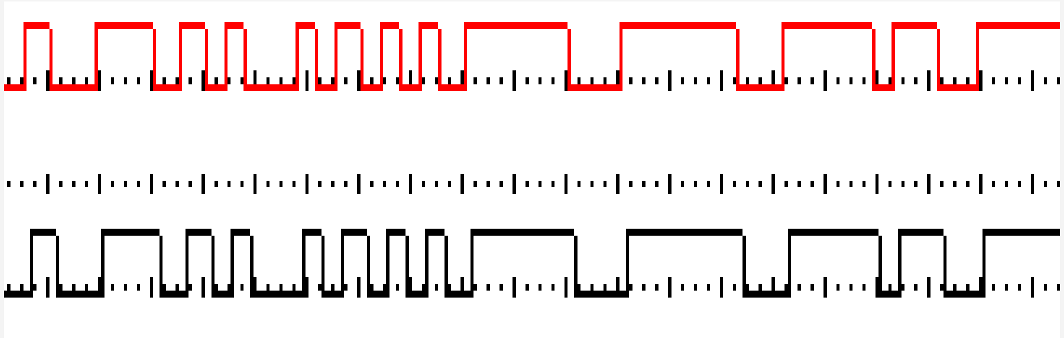
X

A•1 =A

Hacer una operación AND con 1 no cambia nada



A

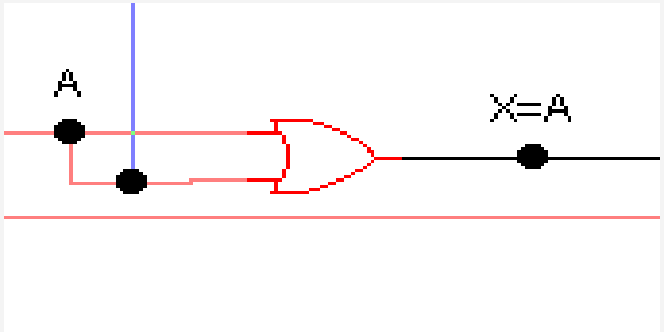


X

X=A

A+A = A

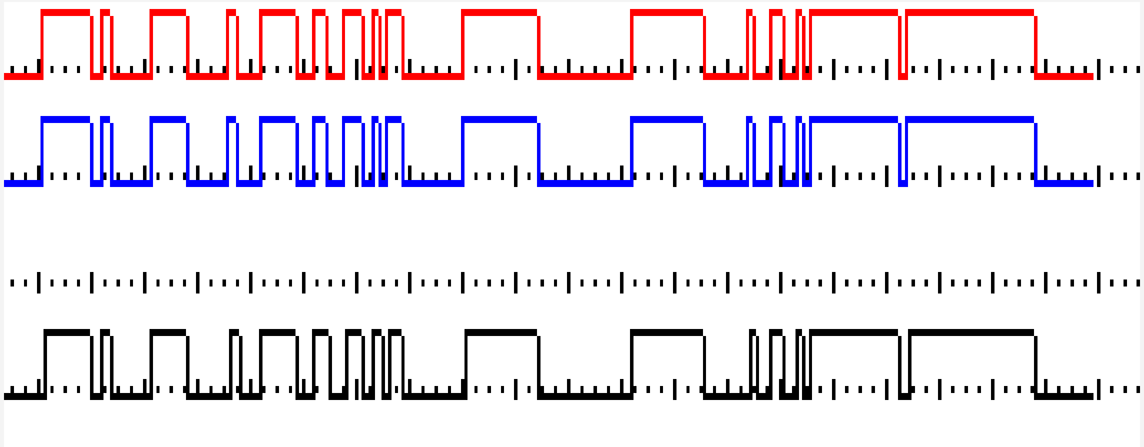
Hacer una operación OR consigo mismo da el mismo resultado



A

A

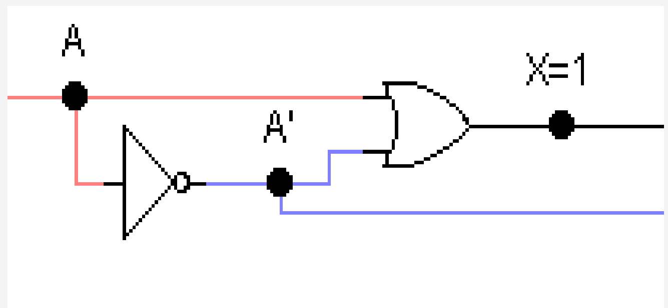
X



A=A

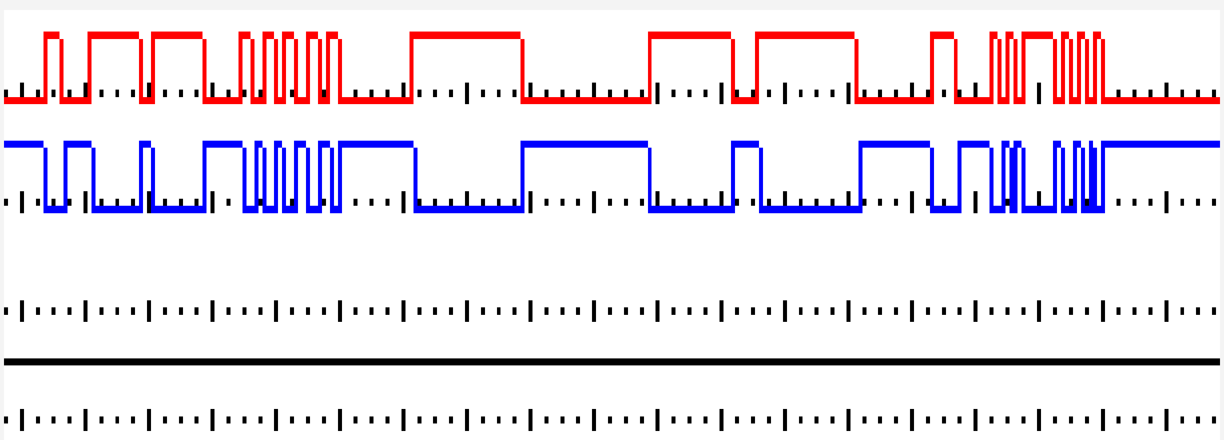
$A+\overline{A}=1$

O bien A o Ā serán 1, luego la salida será 1



A

$\overline{A}$

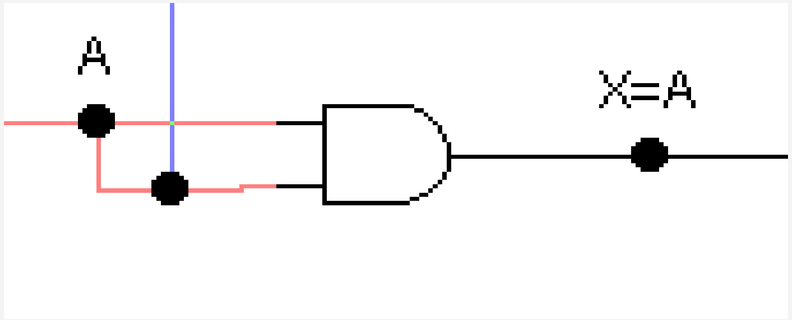


X

X=1

A•A = A

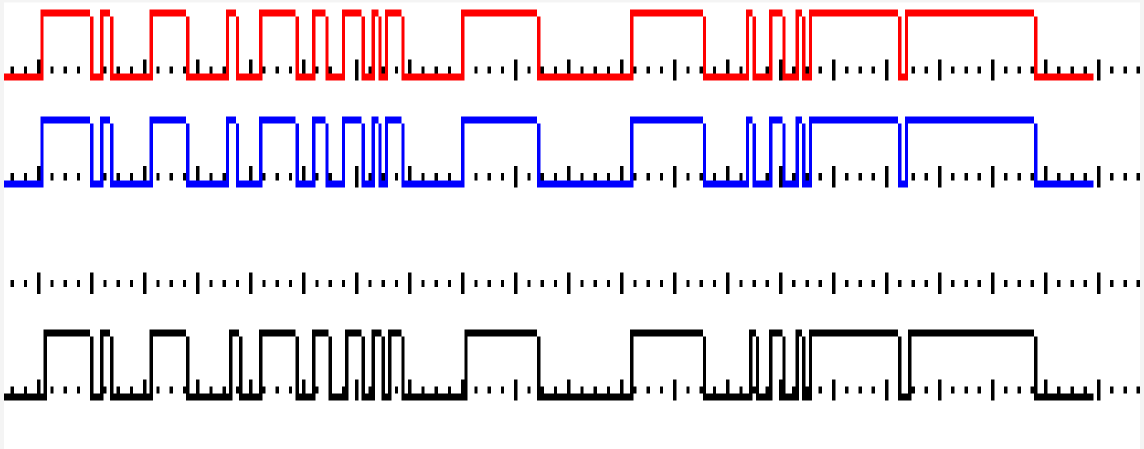
Hacer una operación AND consigo mismo da el mismo resultado



A

A

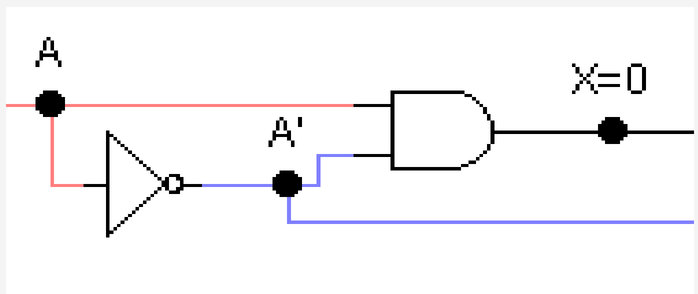
X



A=A

$A \cdot \overline{A} = 0$

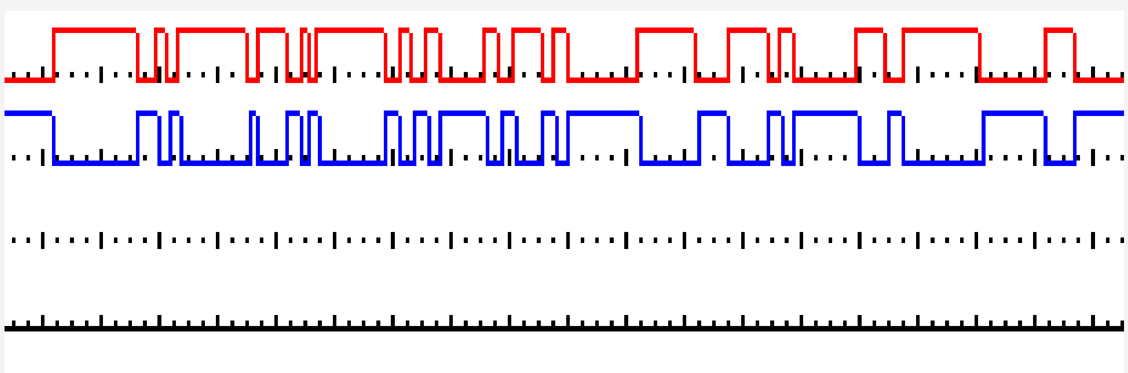
Bien A o $\overline{A}$ son 0 luego la salida será 0.



A

$\overline{A}$

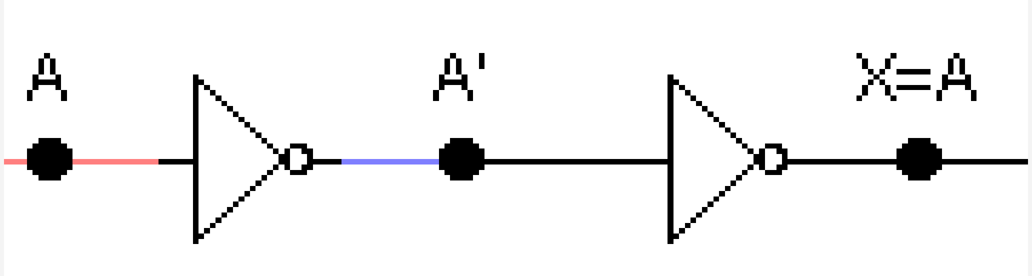
X



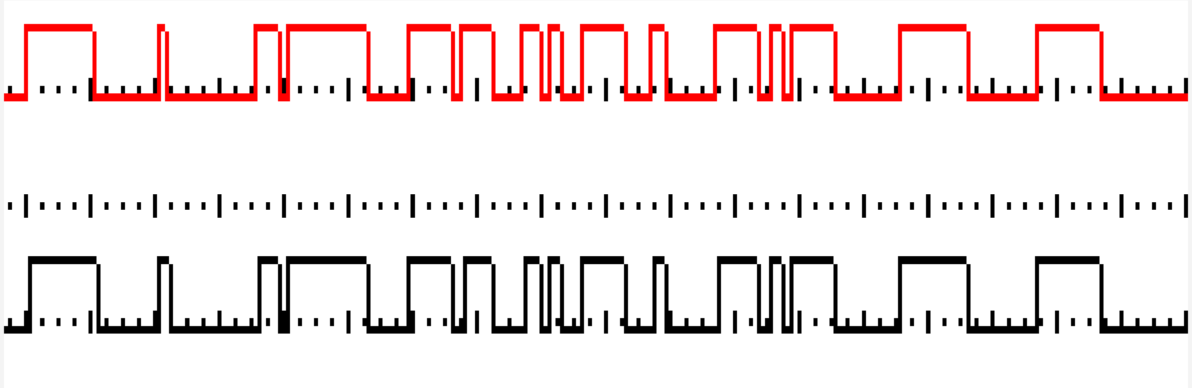
X=0

$A = \overline{\overline{A}}$

Si negamos algo dos veces volvemos al principio



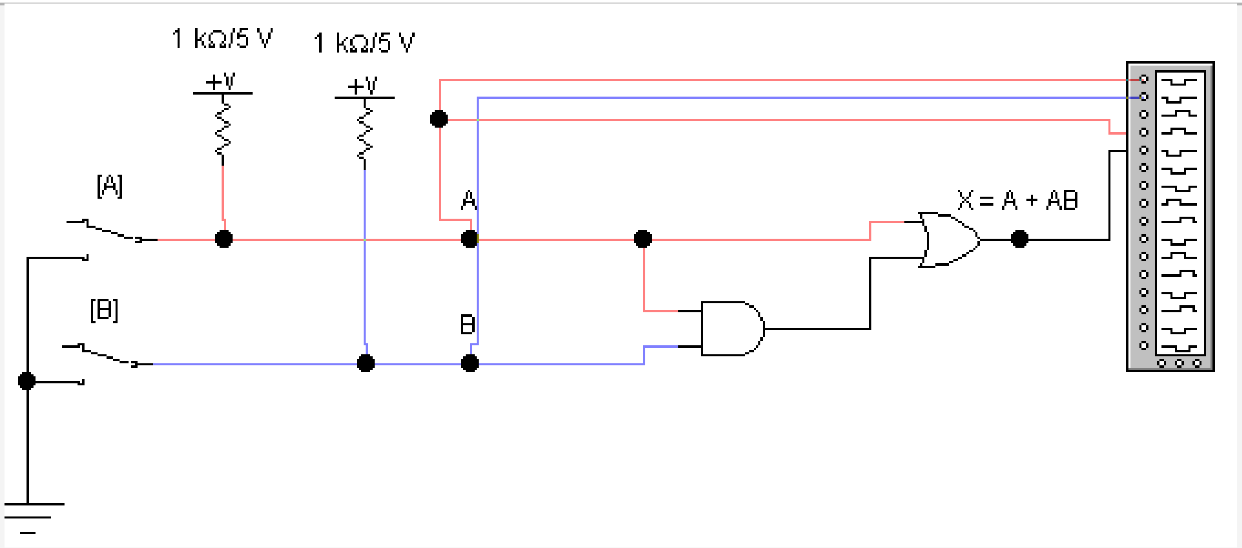
A

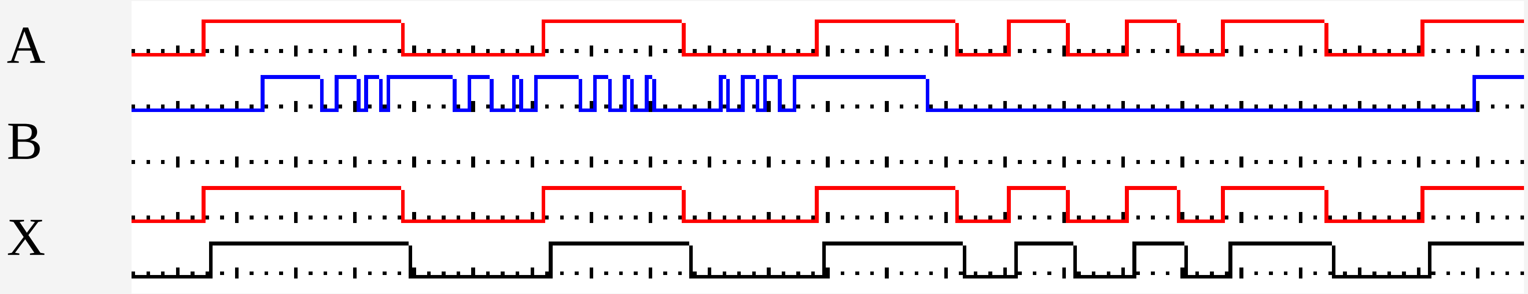


X

X=A

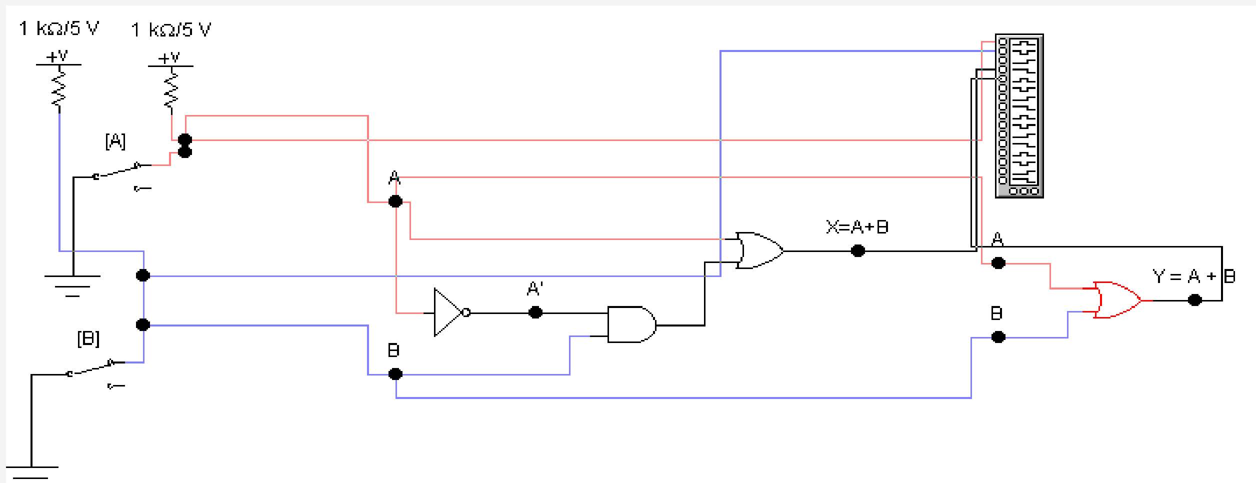
A + AB = A



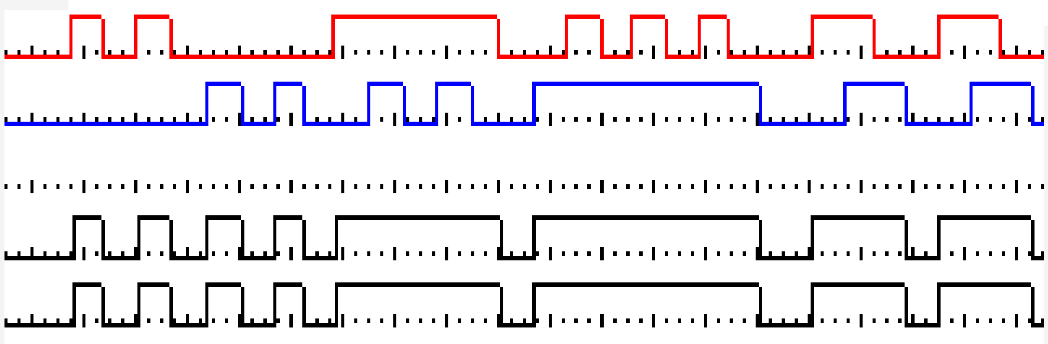


$A + \overline{A}B = A + B$ (absorción)

Si A es 1 la salida es 1 Si A es 0 la salida es B

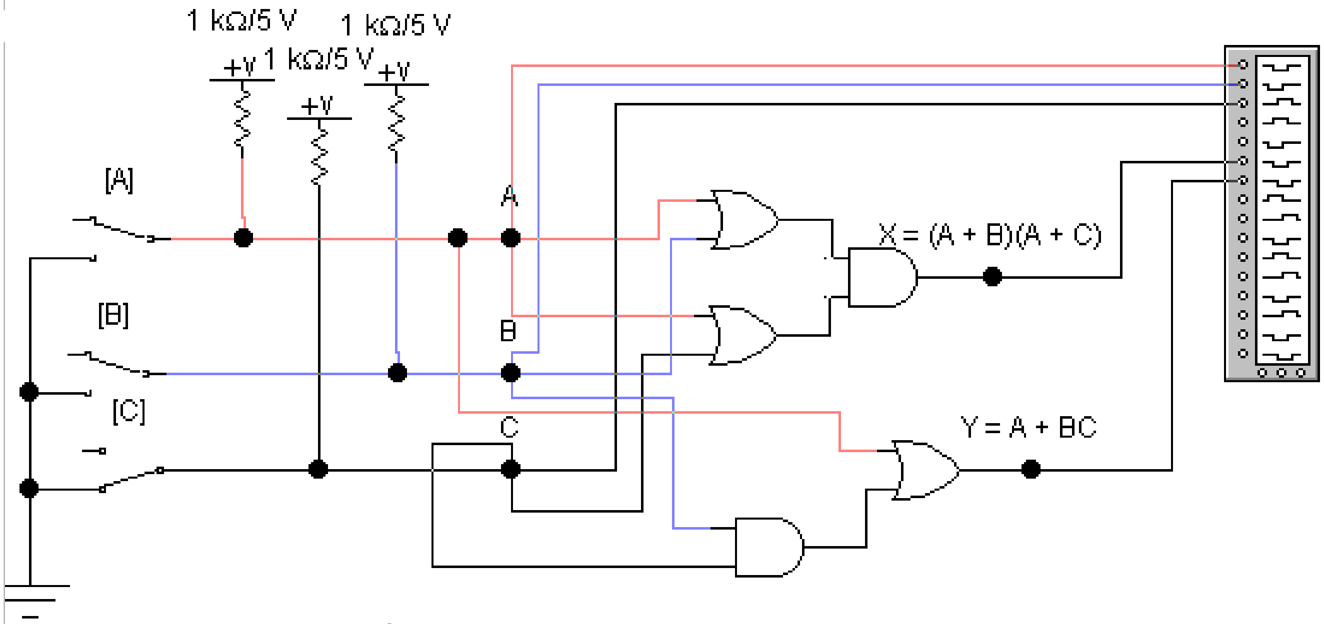


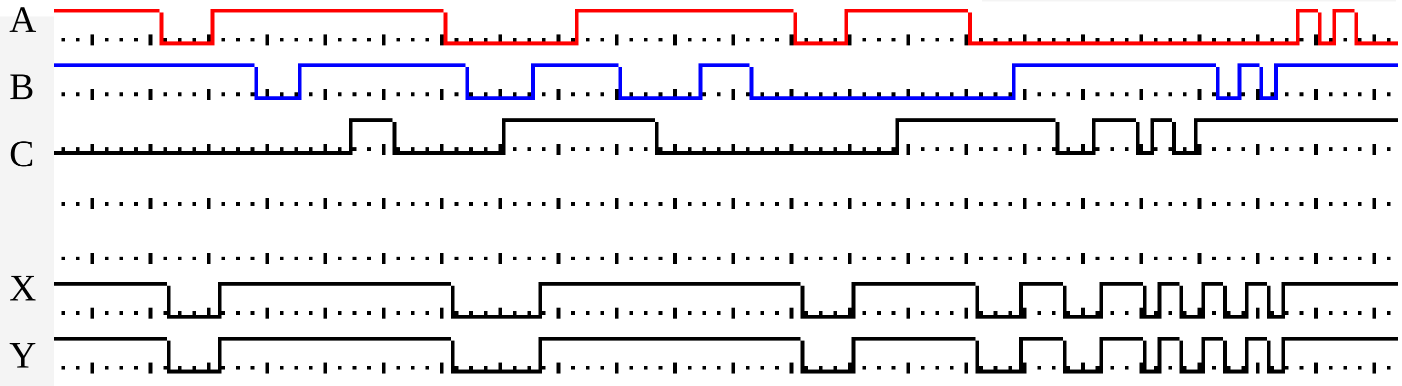
A
B
X
Y



X=Y

(A + B)(A + C) = A + BC





Tres leyes y doce propiedades en Algebra de Boole

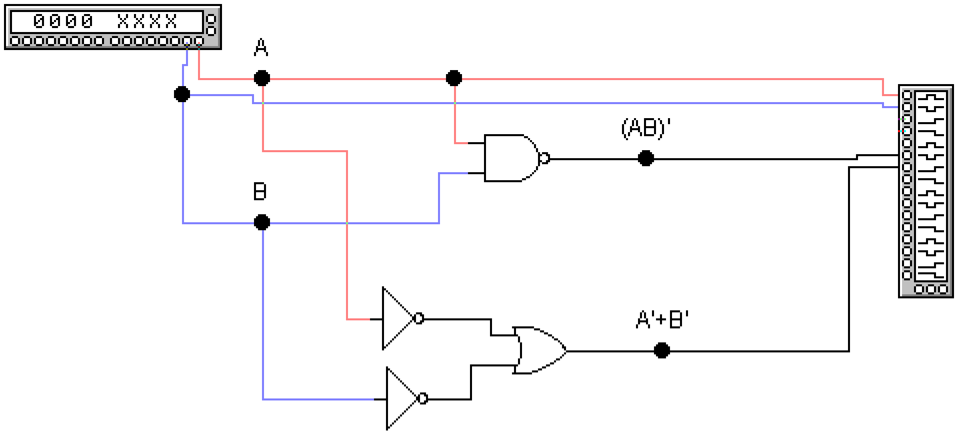
Leyes de De Morgan

De Morgan ayuda a simplificar circuitos digitales usando NORs y NANDs.

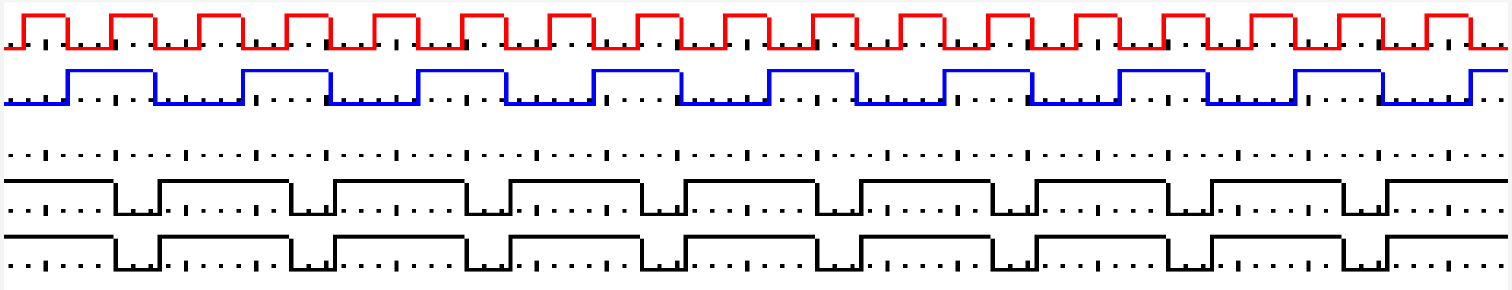
$$\overline{A \bullet B} = \overline{A} + \overline{B}$$

$$\overline{A + B} = \overline{A} \bullet \overline{B}$$

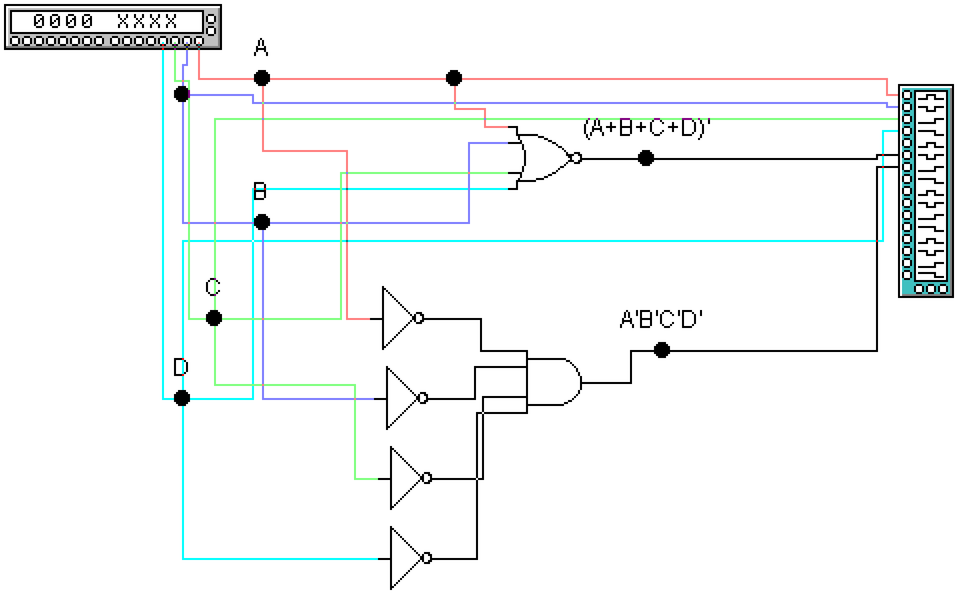
Igual para más de 2 variables.

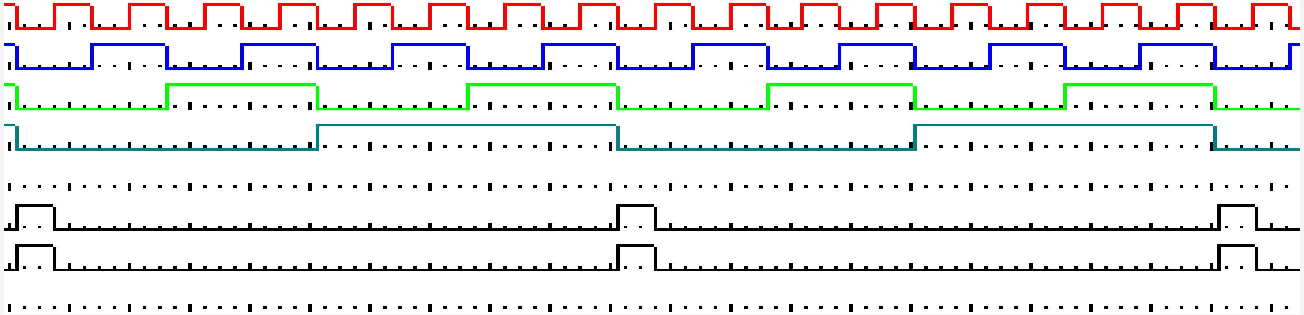


Ambos circuitos tienen la misma salida: De Morgan funciona

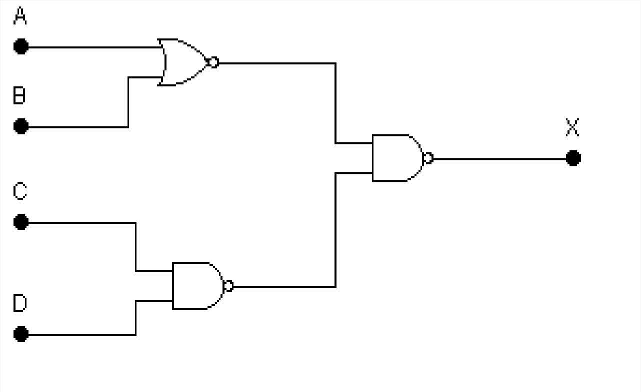


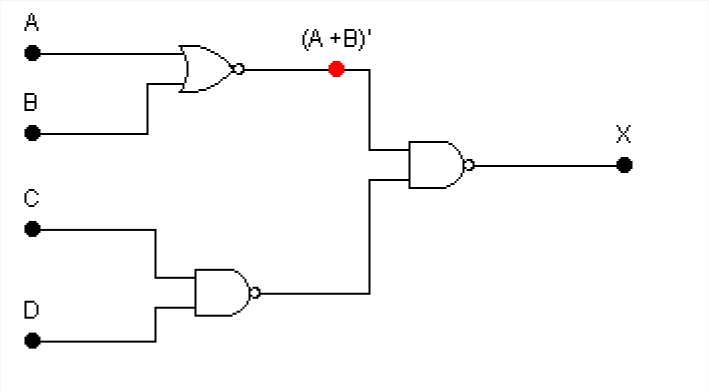
$$\overline{A + B + C + D} = \overline{A} \bullet \overline{B} \bullet \overline{C} \bullet \overline{D}$$

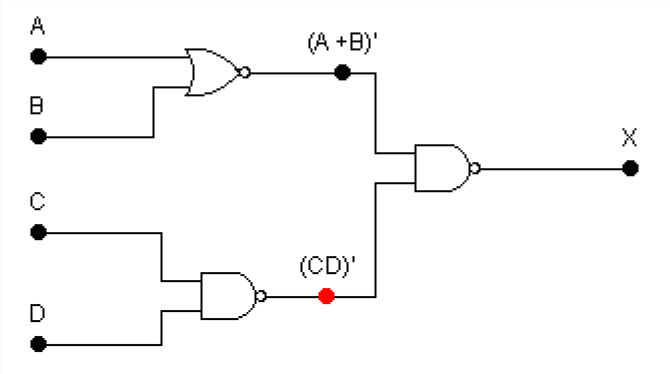


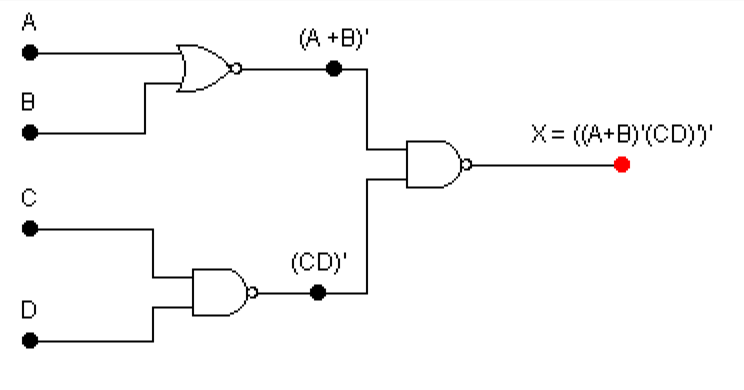


Cálculo de la expresión algebraica de salida (ejemplo 1)

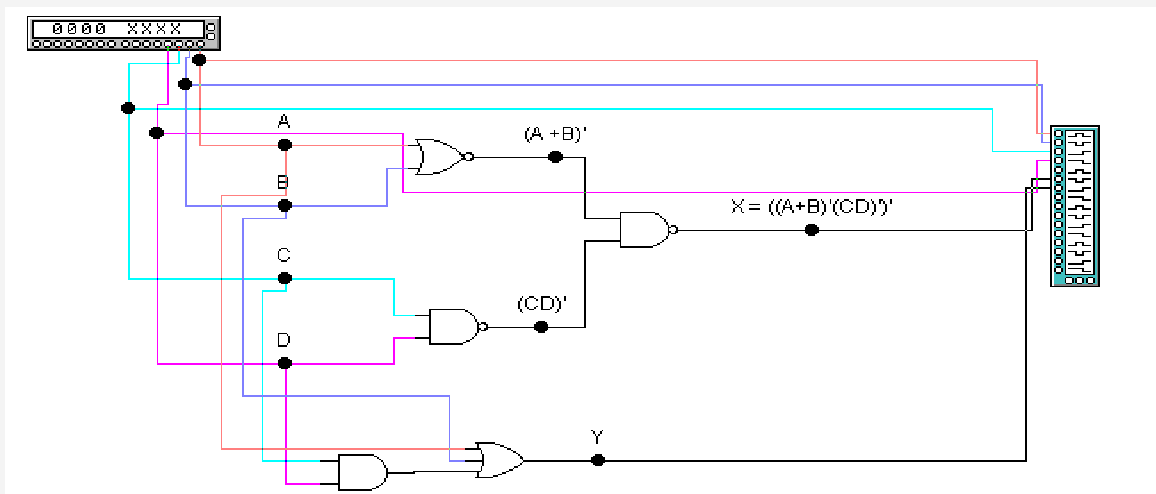


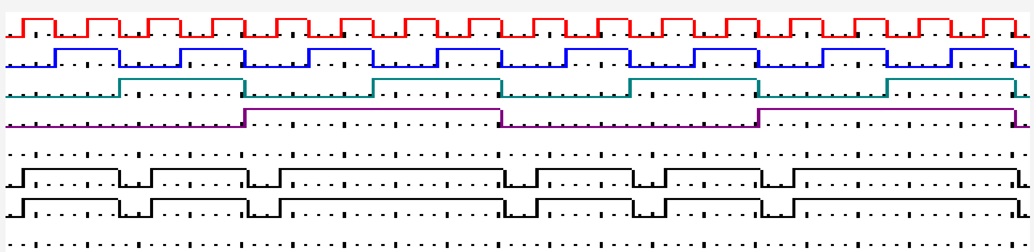






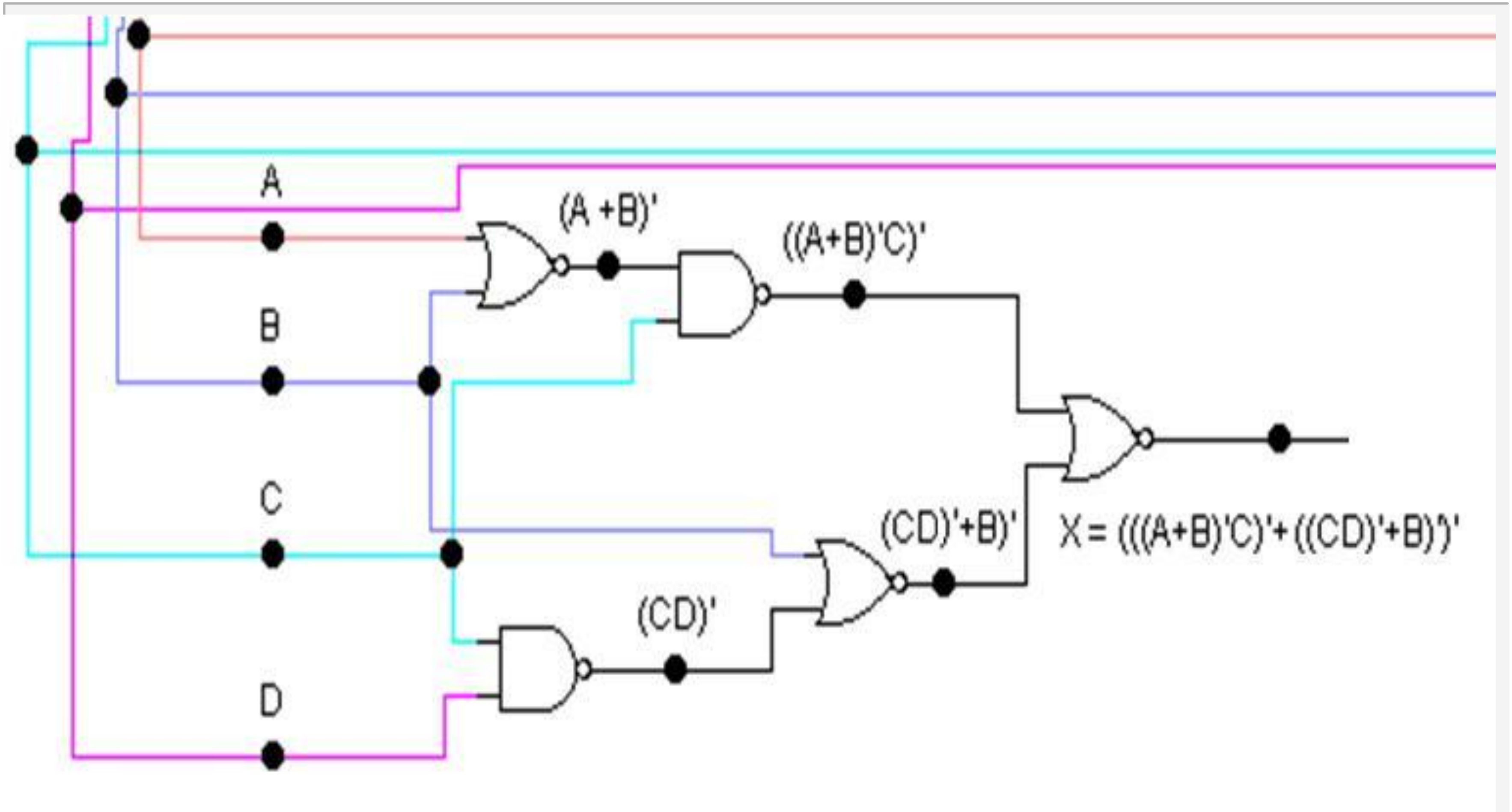
$$\overline{\overline{(A + B)}\ \overline{(CD)}} = \overline{\overline{(A + B)}} + \overline{\overline{(CD)}} = A + B + CD$$





X e Y son iguales

Cálculo de la expresión algebraica de salida (ejemplo 2)



$$X = \overline{\overline{\overline{(A+B)}\,C} + \overline{\overline{CD} + B}}$$

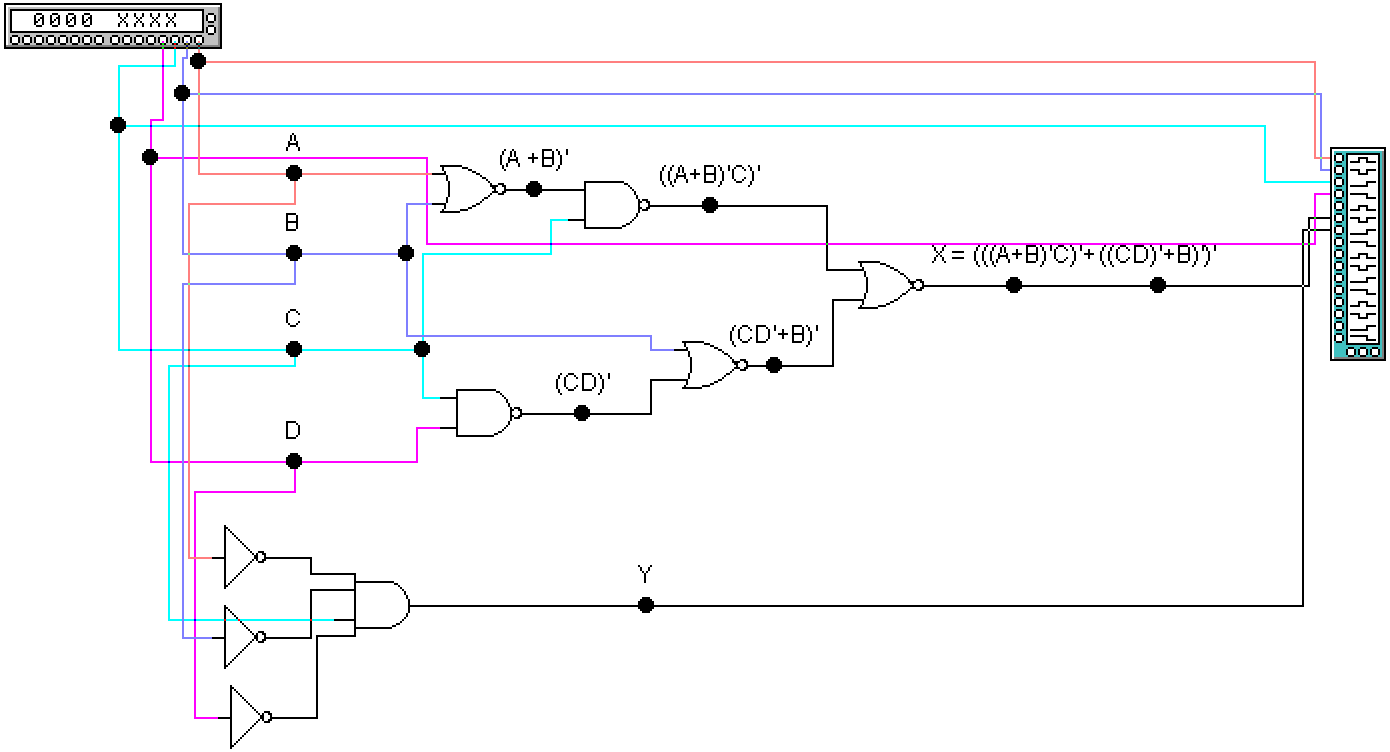
$$= \overline{\overline{\overline{(A+B)}\,C}} \cdot \overline{\overline{\overline{CD} + B}}$$

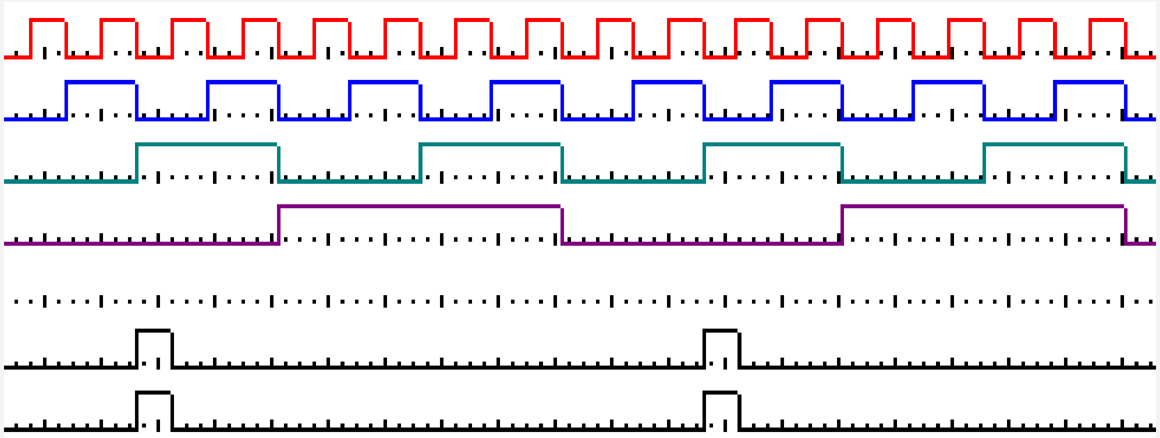
$$= \overline{(A+B)}\,C \cdot (\overline{CD} + B)$$

$$= \overline{A}\,\overline{B}\,C \cdot (\overline{C} + \overline{D} + B)$$

$$= \cancel{\overline{A}\,\overline{B}\,C\,\overline{C}} + \overline{A}\,\overline{B}\,C\,\overline{D} + \cancel{\overline{A}\,\overline{B}\,C\,B}$$

$$= \overline{A}\,\overline{B}\,C\,\overline{D}$$



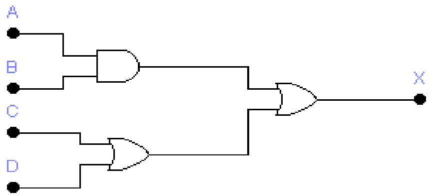


Los circuitos son iguales

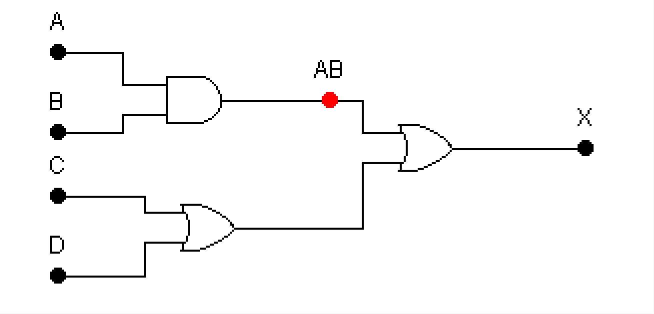
Análisis Booleano de Funciones Lógicas

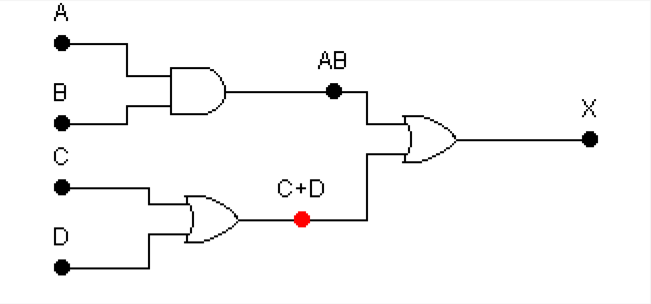
- El propósito de este apartado es obtener expresiones booleanas simplificadas a partir de un circuito
- Se examina puerta a puerta a partir de sus entradas
- Se simplifica usando las leyes y propiedades booleanas.

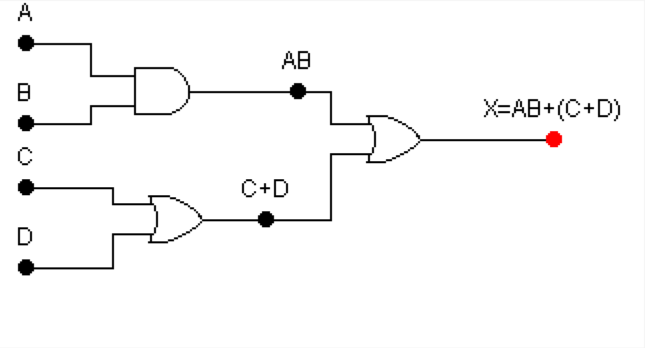
Ejemplo 1



Puerta a puerta a partir de sus entradas



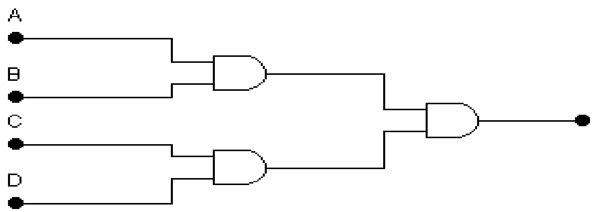


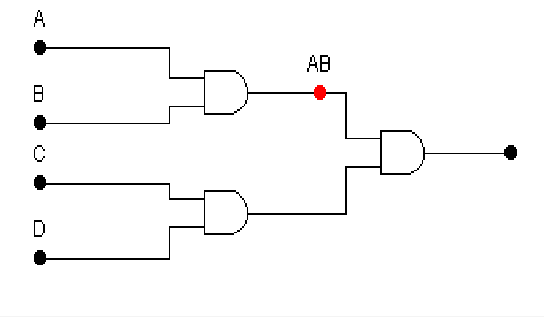


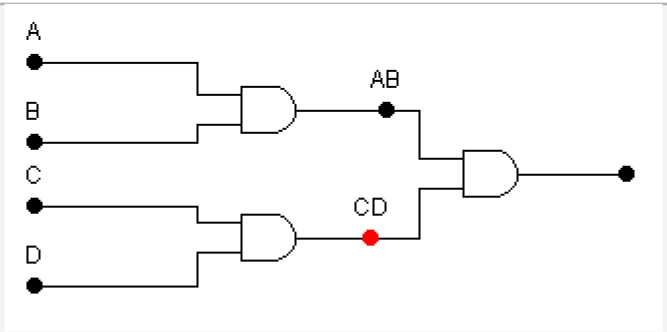
X= AB+(C+D)

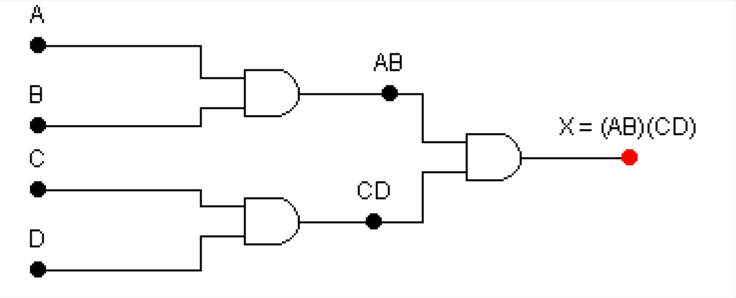
X= AB + C+ D

Ejemplo 2





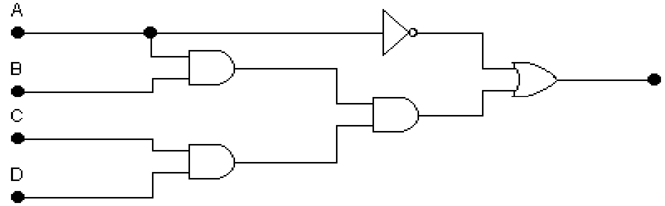


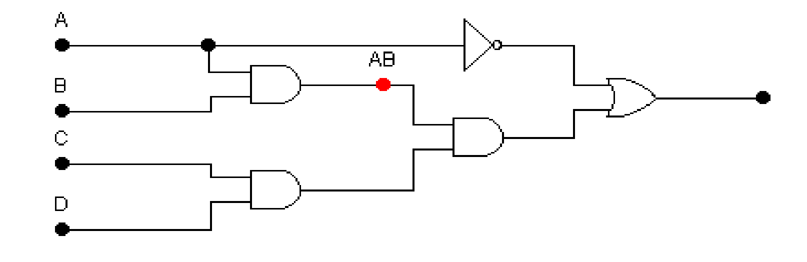


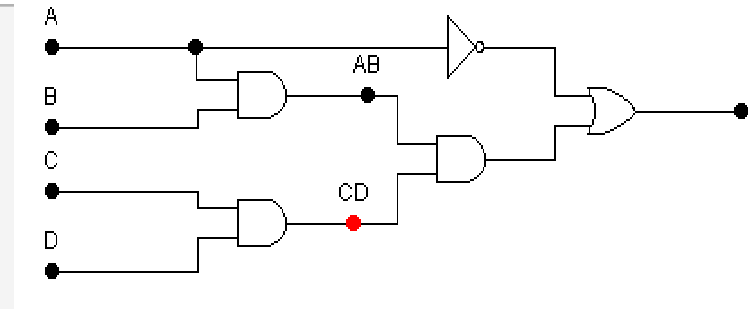
X = (AB)(CD)

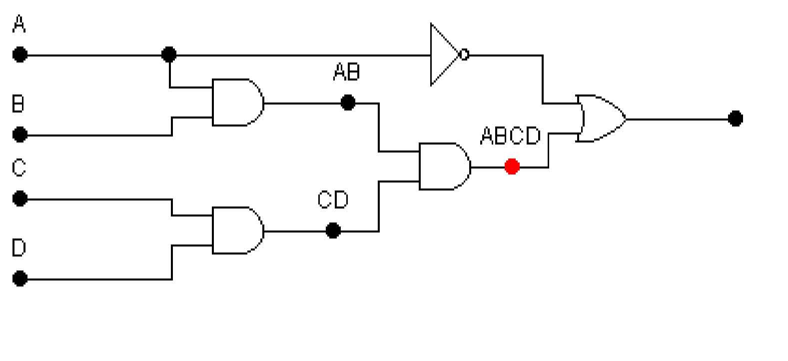
X = ABCD

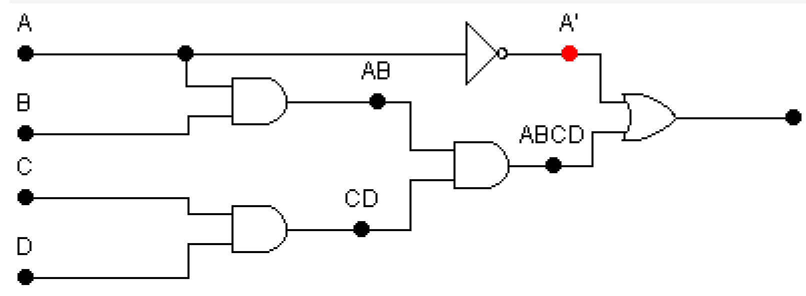
Ejemplo 3







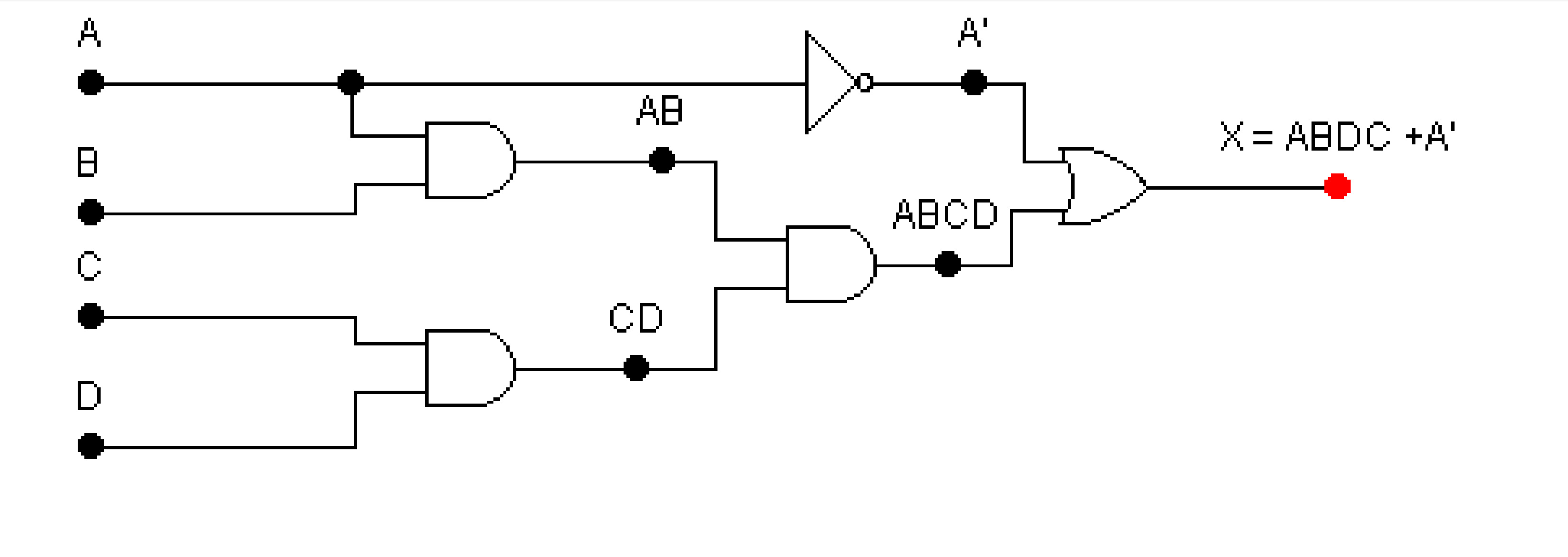




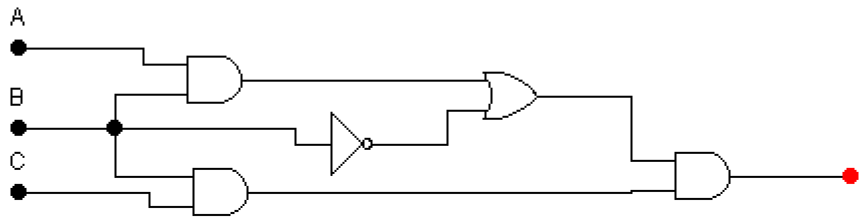
$X = ABCD + \overline{A}$

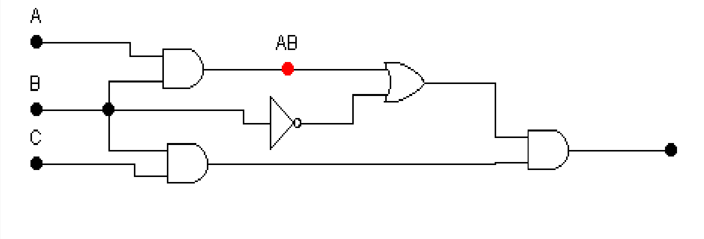
Simplificando:

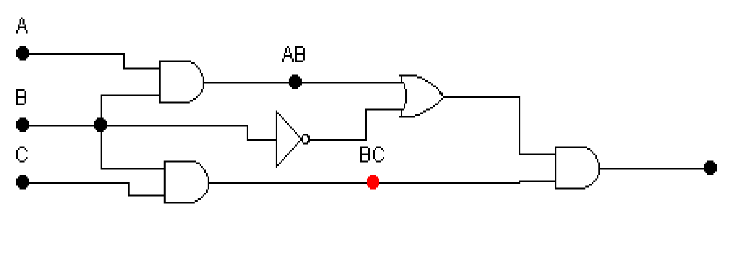
$X = \overline{A} + BCD$

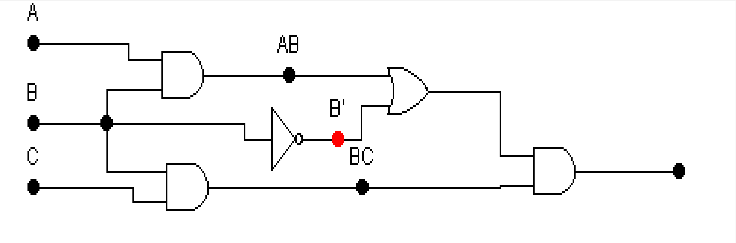


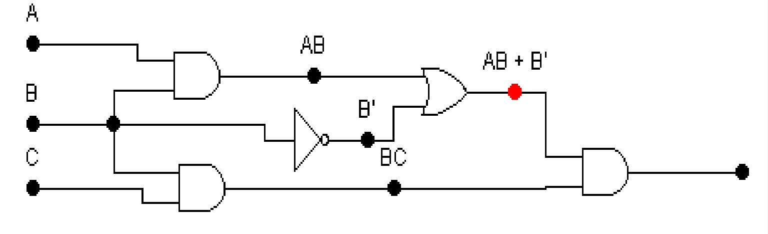
Ejemplo 4

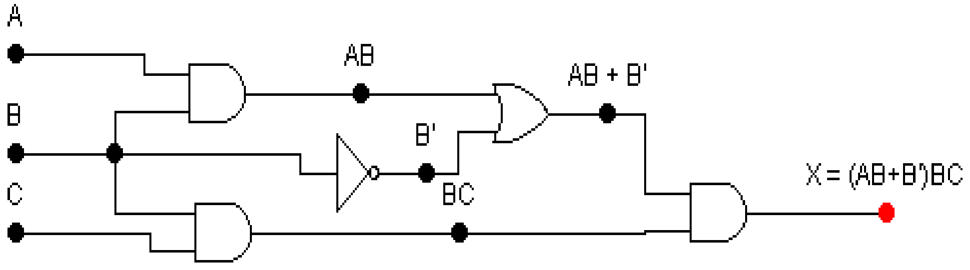












$X = (AB+\overline{B})BC$

Usando la propiedad distributiva:

$X = ABBC + \overline{B}BC$

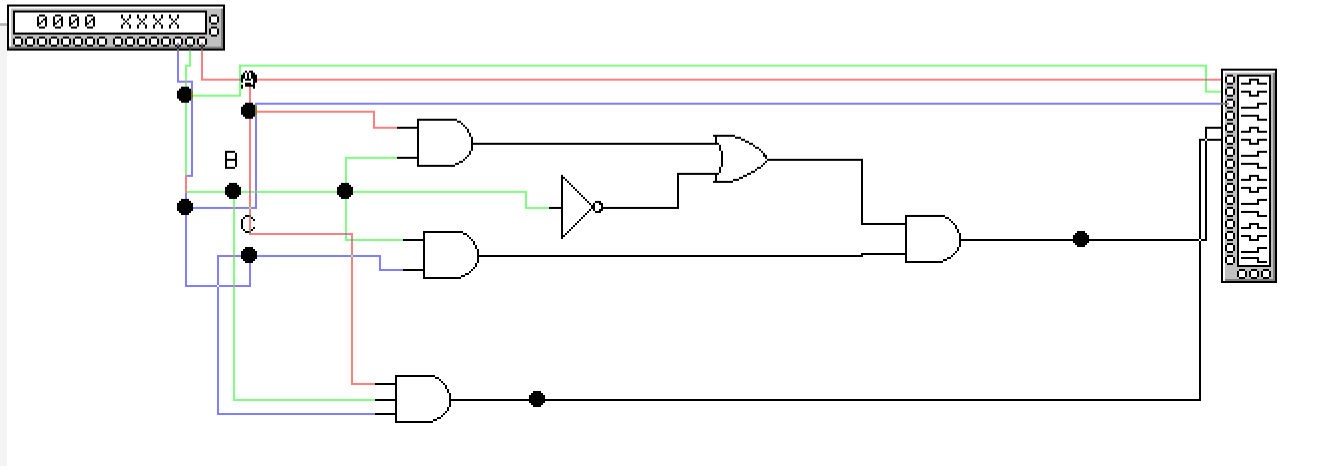
$X = ABC + \overline{B}BC$

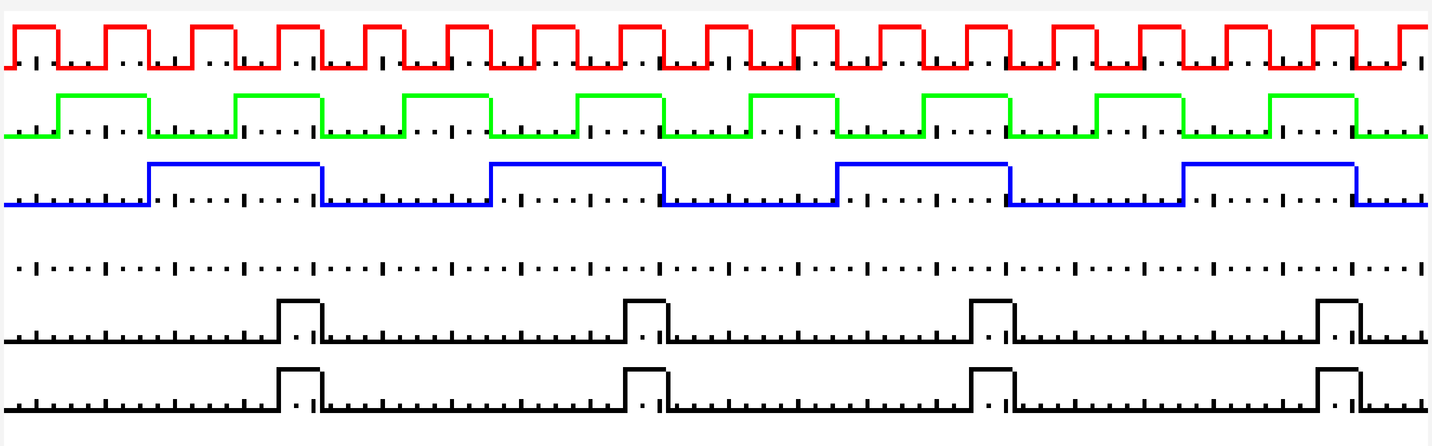
$X = ABC + 0 \bullet C$

$X = ABC + 0$

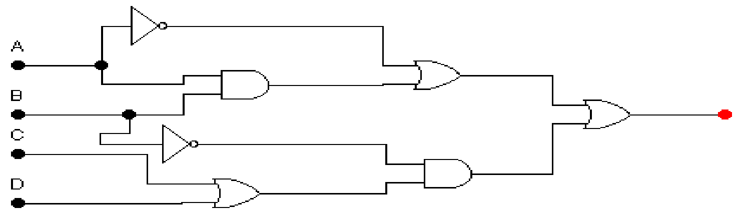
$X = ABC$

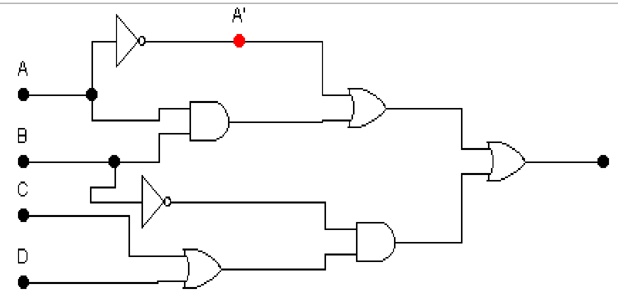
En la siguiente transparencia se ve cómo las dos cosas son lo mismo

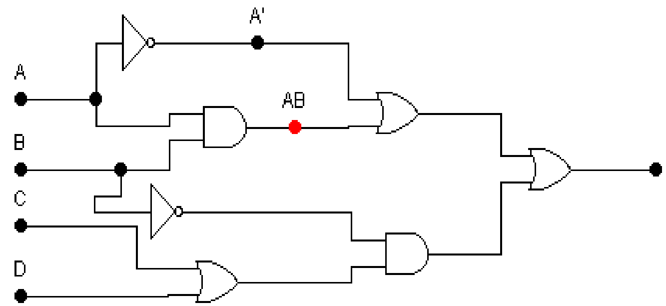

0000 XXXX
B
C

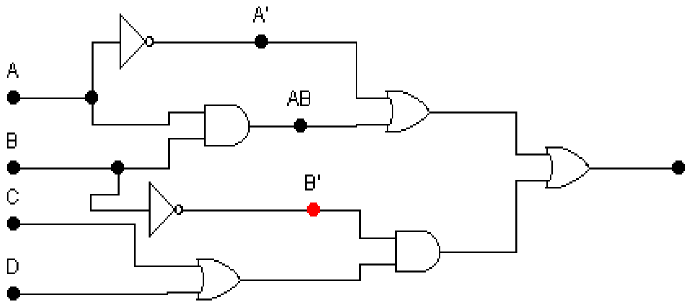


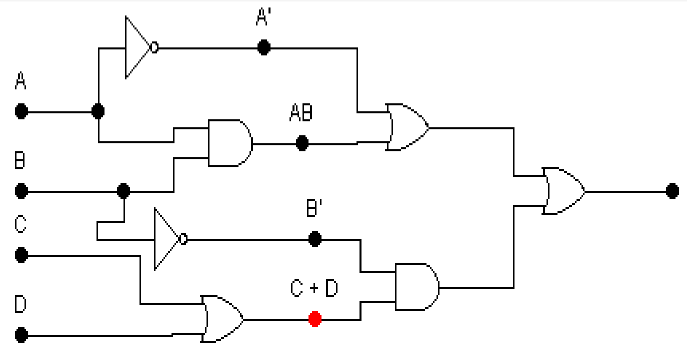
Ejemplo 5

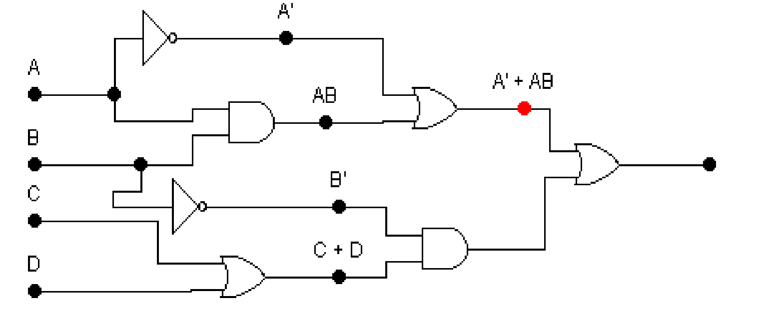




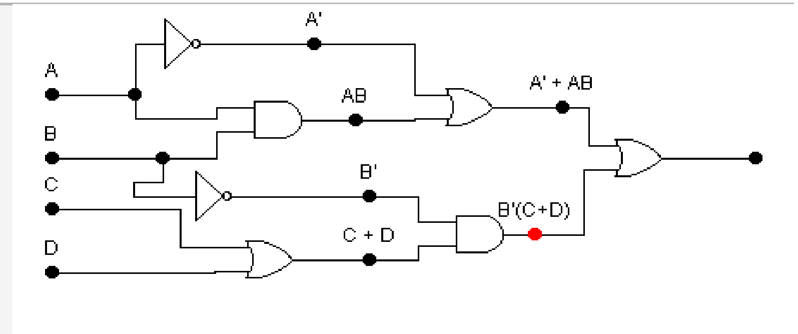




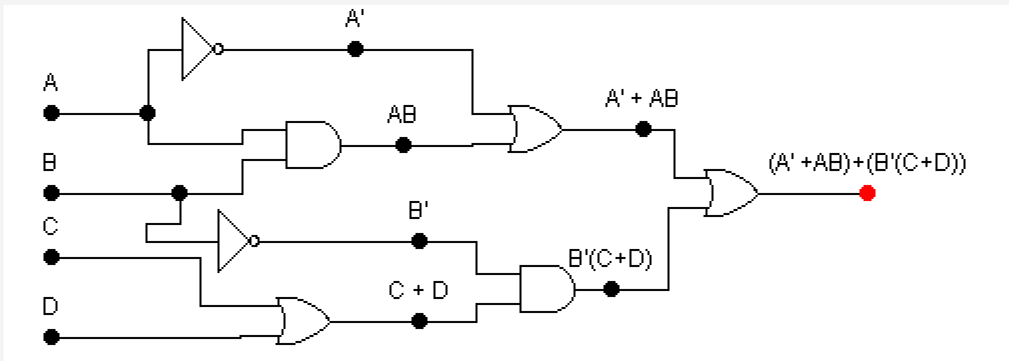




A'
A
AB
A' + AB
B
B'
C
C + D
D



A'
A
AB
A' + AB
B
B'
C
B'(C+D)
C + D
D



A'
A
AB
A' + AB
B
(A' +AB)+(B'(C+D))
B'
C
B'(C+D)
C + D
D

$$X = (\overline{A} + AB) + (\overline{B}(C+D))$$

$$X = (\overline{A} + B) + (\overline{B}(C + D))$$

$$X = (\overline{A} + B) + (\overline{B}C + \overline{B}D)$$

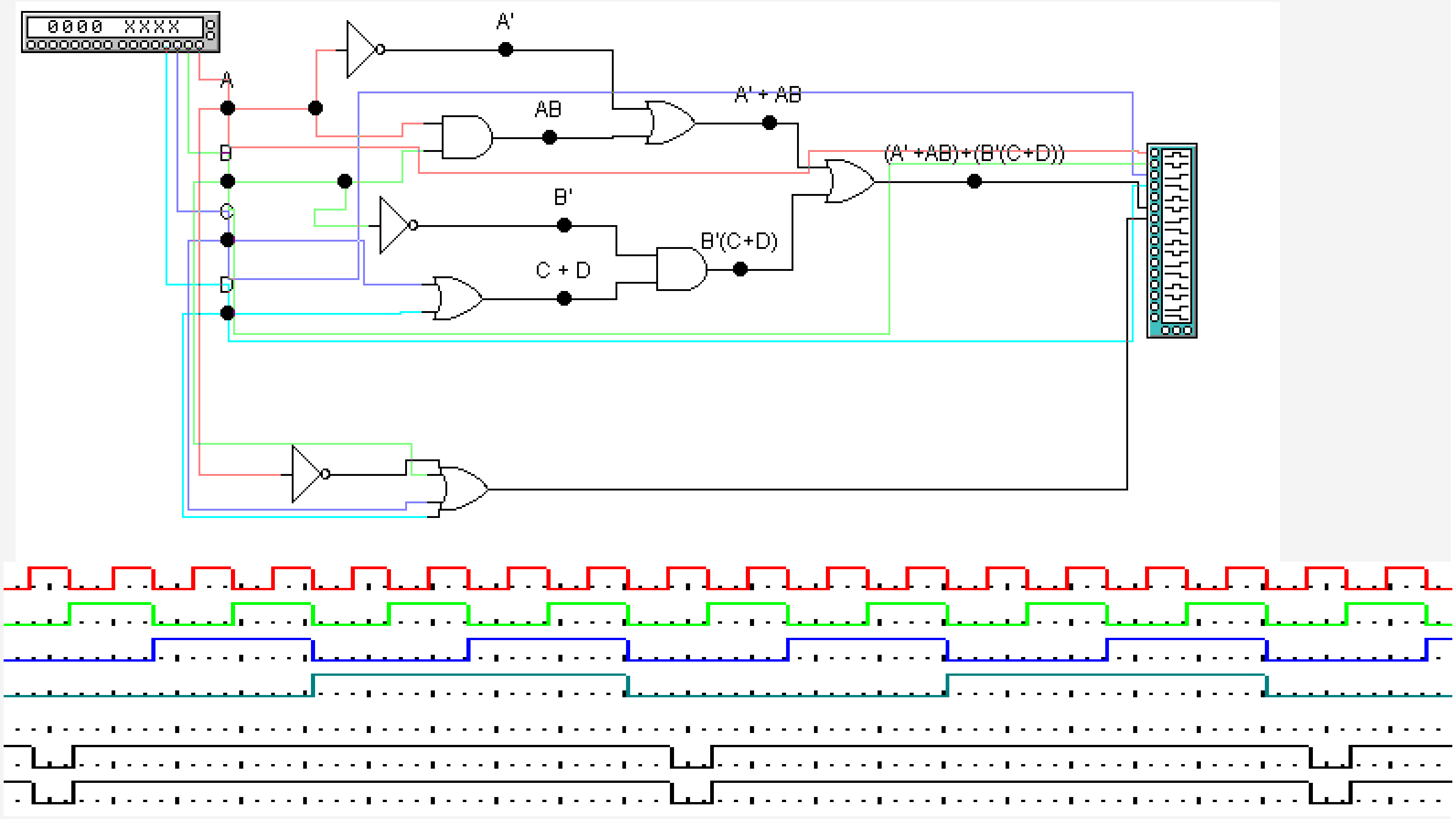
$$X = \overline{A} + B + \overline{B}C + \overline{B}D$$

$X = \overline{A} + B + C + \overline{B}D$ (sigue en la próxima diapositiva)

$$X = \overline{A} + B + \overline{B}D + C$$

$$X = \overline{A} + B + D + C$$

Los circuitos son iguales



Expresiones booleanas desde tablas de verdad

Producto de sumas

$$Y=(A+B+C)\cdot(D+C)\cdot(E+F)$$

Suma de productos

$Y= A\cdot\overline{B}\cdot C+B\cdot\overline{C}\cdot D+A\cdot\overline{C}\cdot D$ o directamente

$Y= A\overline{B}C+B\overline{C}D+A\overline{C}D$

Sumas de productos

A	B	C	D	
0	0	0	0	0
0	0	0	1	0
0	0	1	0	0
0	0	1	1	1
0	1	0	0	0
0	1	0	1	0
0	1	1	0	0
0	1	1	1	0
1	0	0	0	0
1	0	0	1	0
1	0	1	0	0
1	0	1	1	1
1	1	0	0	0
1	1	0	1	0
1	1	1	0	1
1	1	1	1	1

Cuando ABCD=1111, el producto ABCD y sólo ése es 1.

Cuando ABCD=1110, el producto ABCD’ y sólo ése es 1,…

…y así sucesivamente… resultando que

ABCD + ABCD’ + AB’CD + A’B’CD

La función es 1

cuando ABCD=1111

o cuando ABCD=1110

o cuando ABCD=1011

o cuando ABCD=0011

y en ningún otro caso

Productos de sumas

A	B	C	D	
0	0	0	0	1
0	0	0	1	1
0	0	1	0	0
0	0	1	1	1
0	1	0	0	0
0	1	0	1	1
0	1	1	0	1
0	1	1	1	0
1	0	0	0	1
1	0	0	1	1
1	0	1	0	0
1	0	1	1	1
1	1	0	0	1
1	1	0	1	0
1	1	1	0	1
1	1	1	1	1

La función es 0

cuando ABCD=0010

o cuando ABCD=0100

o cuando ABCD=0111

o cuando ABCD=1010

o cuando ABCD=1101

y en ningún otro caso

Cuando ABCD=0010, la suma A+B+C’+D y sólo ésa es 0.

Cuando ABCD=0100, la suma A+B’+C+D y sólo ésa es 0, …

…y así sucesivamente… resultando que

(A+B+C’+D)(A+B’+C+D)(A+B’+C’+D’)(A’+B+C’+D)(A’+B’+C+D’)

Minimización de funciones lógicas

- ***Mapas de Karnaugh***: se usan para minimizar el número de puertas requeridas en un circuito digital
- Es adecuado en vez de usar leyes y propiedades cuando el circuito es grande
- Se consigue, aplicando adecuadamente el método, el circuito más simplificado posible

Mapa de Karnaugh

El mapa se hace con una tabla con tantas celdas como Sumas de Productos posibles, teniendo en cuenta el número de variables que se utilice.

2 variables, entonces mapa 2x2

3 variables, entonces mapa 4x2

4 variables, entonces mapa 4x4

5 variables, entonces mapa 8x4

Mapa de Karnaugh

- Lo interesante del mapa es moverse de una celda a otra contigua con el cambio de una sola variable.
- Los movimientos son arriba-abajo o derecha-izquierda (nunca en diagonal).
- El mapa también se dobla sobre sí mismo con la misma regla: sólo cambia una variable de la última columna a la derecha a la primera a la izquierda, o de la fila de abajo a la de arriba.
- Emplearemos un código Gray, que se caracteriza porque entre dos códigos consecutivos (incluidos los extremos) sólo hay un bit de diferencia.

		$\overline{B}$	B
		0	1
$\overline{A}$	0		
A	1		

El mapa va de Falso a Verdadero, de izquierda a derecha y de arriba abajo

La celda de arriba a la izquierda es $\overline{A}\,\overline{B}$. Si F= $\overline{A}\,\overline{B}$, entonces hay que poner 1 en esa celda

		$\overline{B}$	B
		0	1
$\overline{A}$	0	1	
A	1		

Esto muestra que F = 1 cuando A=0 y B=0

Si F=$\overline{A}\,\overline{B} + A\overline{B}$
entonces hay que poner 1 en las dos celdas

	$\overline{B}$ 0	B 1
$\overline{A}$ 0	1	
A 1	1	

Sabemos por el Algebra de Boole que $\overline{A}\,\overline{B} + A\,\overline{B} = \overline{B}$

En el mapa de Karnaugh podemos agrupar celdas adyacentes y ver que $F = \overline{B}$

	$\overline{B}$ 0	B 1
$\overline{A}$ 0	1	
A 1	1	

Mapas de 3 variables

Código Gray

		$\overline{C}$	C
		0	1
$\overline{A}\,\overline{B}$	00		
$\overline{A}\,B$	01		
$A\,B$	11		
$A\,\overline{B}$	10		

$$X = \overline{A}\,\overline{B}\,C + \overline{A}\,\overline{B}\,\overline{C} + A\,\overline{B}\,\overline{C} + A\,\overline{B}\,C$$

Código Gray

	$\overline{C}$ 0	C 1
$\overline{A}\,\overline{B}$ 00	1	1
$\overline{A}\,B$ 01		
$A\,B$ 11		
$A\,\overline{B}$ 10	1	1

Cada término de 3 variables es una celda en un mapa de Karnaugh 4 X 2

$$X = \overline{A}\,\overline{B}\,C + \overline{A}\,\overline{B}\,\overline{C} + A\,\overline{B}\,\overline{C} + A\,\overline{B}\,C$$

Código Gray

		$\overline{C}$ 0	C 1
$\overline{A}\,\overline{B}$	00	1	1
$\overline{A}\,B$	01		
$A\,B$	11		
$A\,\overline{B}$	10	1	1

Una simplificación podría ser:

$$X = \overline{A}\,\overline{B} + A\,\overline{B}$$

$$X = \overline{A}\,\overline{B}\,C + \overline{A}\,\overline{B}\,\overline{C} + A\,\overline{B}\,\overline{C} + A\,\overline{B}\,C$$

Código Gray

		$\overline{C}$ 0	C 1
$\overline{A}\,\overline{B}$	00	1	1
$\overline{A}\,B$	01		
$A\,B$	11		
$A\,\overline{B}$	10	1	1

Otra simplificación podría ser:

$$X = \overline{B}\,\overline{C} + \overline{B}\,C$$

El mapa de Karnaugh se dobla circularmente

$$X = \overline{A}\,\overline{B}\,C + \overline{A}\,\overline{B}\,\overline{C} + A\,\overline{B}\,\overline{C} + A\,\overline{B}\,C$$

Código Gray

		$\overline{C}$ 0	C 1
$\overline{A}\,\overline{B}$	00	1	1
$\overline{A}\,B$	01		
$A\,B$	11		
$A\,\overline{B}$	10	1	1

La mejor simplificación sería

$$X = \overline{B}$$

Mapas de Karnaugh de 3 variables (otra forma de dibujarla)

Código Gray

		$\overline{B}\,\overline{C}$ 00	$\overline{B}\,C$ 01	$B\,C$ 11	$B\,\overline{C}$ 10
$\overline{A}$	0				
A	1				

Código Gray

		$\overline{B}\,\overline{C}$ 00	$\overline{B}\,C$ 01	$B\,C$ 11	$B\,\overline{C}$ 10
$\overline{A}$	0	mint 0	mint 1	mint 3	mint 2
A	1	mint 4	mint 5	mint 7	mint 6

En un mapa de 3 variables

- Una celda a 1 implica a 3 variables
- Dos celdas adyacentes a 1 implican a 2 variables
- Cuatro celdas adyacentes a 1 implican a 1 variable
- Ocho celdas adyacentes a 1 constituyen función de valor 1

Mapa de Karnaugh de 4 variables

Código Gray

	$\overline{C}\,\overline{D}$ 00	$\overline{C}\,D$ 01	$C\,D$ 11	$C\,\overline{D}$ 10
$\overline{A}\,\overline{B}$ 00				
$\overline{A}\,B$ 01				
$A\,B$ 11				
$A\,\overline{B}$ 10				

Simplificar

$$X = \overline{A}\,\overline{B}\,C\,D + \overline{A}\,B\,C\,D + A\,\overline{B}\,C\,D + A\,B\,C\,D +$$
$$A\,B\,\overline{C}\,D + \overline{A}\,B\,C\,\overline{D}$$

Código Gray 00 01 11 10

	$\overline{C}\,\overline{D}$ 00	$\overline{C}\,D$ 01	$C\,D$ 11	$C\,\overline{D}$ 10
$\overline{A}\,\overline{B}$ 00			1	
$\overline{A}\,B$ 01			1	1
$A\,B$ 11		1	1	
$A\,\overline{B}$ 10			1	

Intentar con reducciones booleanas

$$X = ABD + \overline{A}BC + CD$$

En un mapa de 4 variables

- Una celda a 1 implica a 4 variables
- Dos celdas adyacentes a 1 implican a 3 variables
- Cuatro celdas adyacentes a 1 implican a 2 variables
- Ocho celdas adyacentes a 1 implican a 1 variable
- Dieciséis celdas adyacentes a 1 constituyen función de valor 1

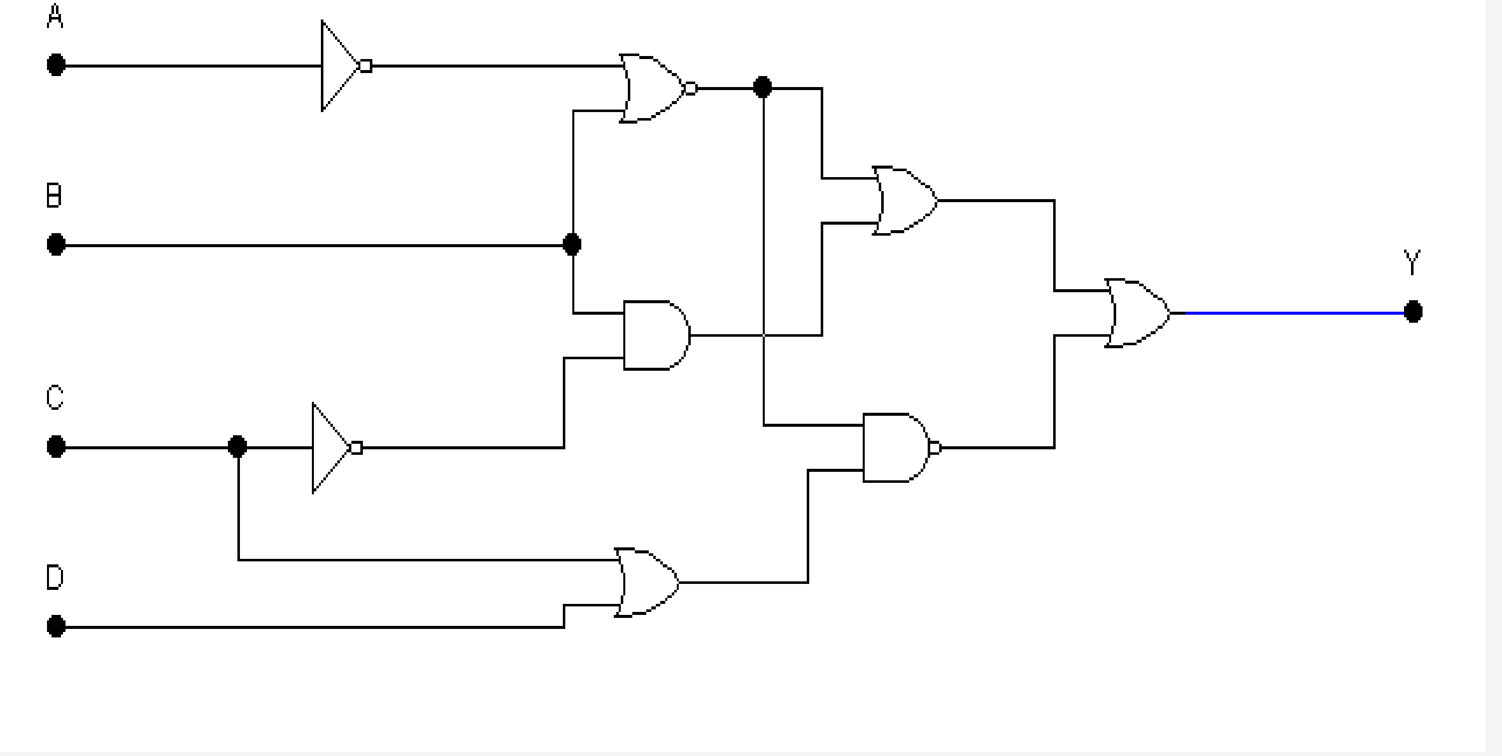
Simplificar

$$Z = \overline{B}\,\overline{C}\,D + B\,\overline{C}\,D + \overline{C}\,\overline{D} + B\,C\,\overline{D} + \overline{A}\,\overline{B}\,C$$

	$\overline{C}\,\overline{D}$ 00	$\overline{C}\,D$ 01	$C\,D$ 11	$C\,\overline{D}$ 10
$\overline{A}\,\overline{B}$ 00	1	1	1	1
$\overline{A}\,B$ 01	1	1		1
$A\,B$ 11	1	1		1
$A\,\overline{B}$ 10	1	1		

$$X = \overline{C} + \overline{A}\,\overline{B} + B\,\overline{D}$$

Dado un circuito encontrar otro más sencillo usando Mapas de Karnaugh



Primero lo pasamos a Suma de Productos

$$Y = \overline{\overline{A} + B} + B\overline{C} + \overline{\overline{(\overline{A} + B)}\,(C + D)}$$

$$Y = \overline{\overline{A}}\;\overline{B} + B\overline{C} + \overline{\overline{\overline{A}}\;\overline{B}\,(C + D)}$$

$$Y = A\overline{B} + B\overline{C} + \overline{A\overline{B}C + A\overline{B}D}$$

$$Y = A\overline{B} + B\overline{C} + \overline{A\overline{B}C}\;\;\overline{A\overline{B}D}$$

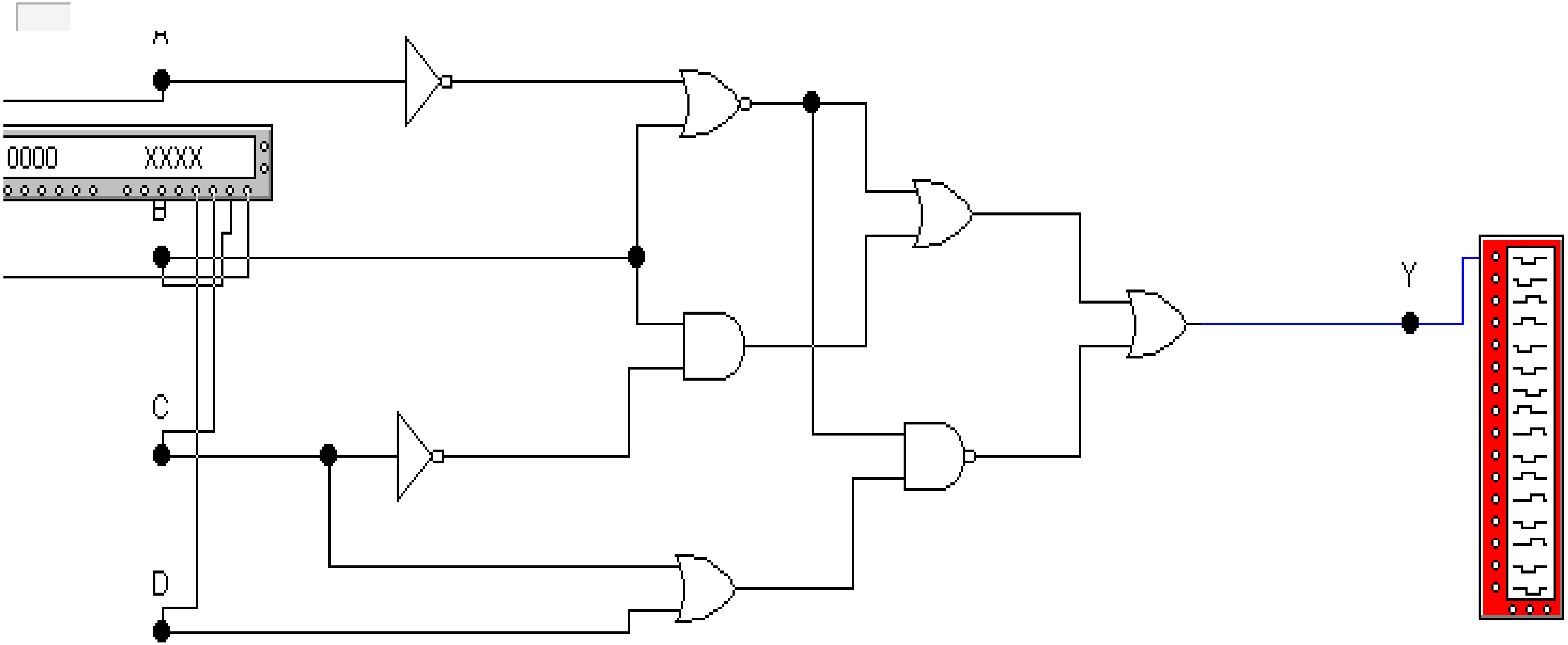
$$Y = A\overline{B} + B\overline{C} + (\overline{A} + B + \overline{C})\,(\overline{A} + B + \overline{D})$$

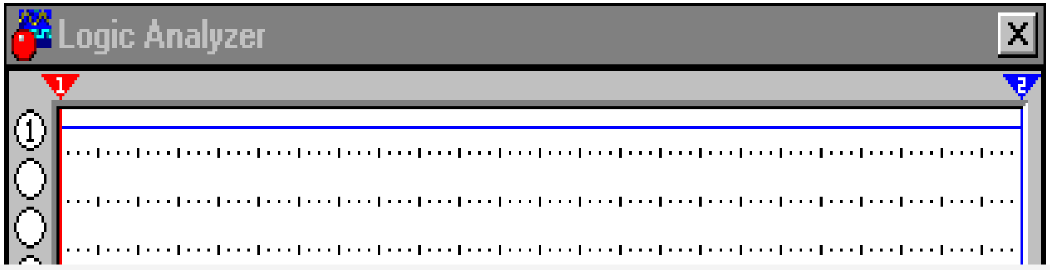
$$Y = A\overline{B} + B\overline{C} + \overline{A} + \overline{A}B + \overline{A}\,\overline{D} + B + B\overline{D} + \overline{A}\,\overline{C} + B\overline{C} + \overline{C}\,\overline{D}$$

$$Y = A\overline{B} + \overline{A} + B + \overline{C}\,\overline{D} = A + \overline{B} + B + \overline{C}\,\overline{D} = 1$$

	$\overline{C}\,\overline{D}$ 00	$\overline{C}D$ 01	CD 11	$C\overline{D}$ 10
$\overline{A}\,\overline{B}$ 00	1	1	1	1
$\overline{A}B$ 01	1	1	1	1
AB 11	1	1	1	1
$A\overline{B}$ 10	1	1	1	1

$Z = 1$


A
0000
XXXX
B
C
D
Y


Logic Analyzer
X
1
2

SIMPLIFICACIÓN POR KARNAUGH

- 1) Realizar agrupaciones de 1's, con sus adyacentes, lo mayor posibles, pero siempre en cantidades potencias de 2.
- 2) No dejar ningún 1 sin agrupar. Puede ocurrir que un 1 pertenezca a más de una agrupación. No se pueden coger agrupaciones dentro de agrupaciones.
- 3) Por cada agrupación de 1's resulta un producto de variables. Cuanto más 1's se agrupen, más sencilla resultará la expresión de esa agrupación. En MK de 5 variables, las agrupaciones que tomen 1's de las dos porciones deben ser simétricas respecto al eje central.
- 4) En cada agrupación, cada una de las variables puede aparecer en alguno de los siguientes casos:
- a) Si siempre vale 1 -----> Se pone afirmada.
- b) Si siempre vale 0 -----> Se pone negada.
- c) Si cambia de valor (50% de los casos un valor y el otro 50% otro valor) -----> No se pone.
- 5) La expresión de la función booleana será la suma lógica de todos los productos que hayan salido.

Diseñar un sistema de alarma

Sensores disponibles

1. V = Ventana (V=0 CERRADA, V=1 ABIERTA)
2. P = Puerta (P=0 CERRADA, P=1 ABIERTA)
3. C = Calefacción (C=0 APAGADA,

   C=1 ENCENDIDA)
4. A = Aire acondicionado (A=0 APAGADO,

   A=1 ENCENDIDO)
5. I = Alarma de proximidad de intruso (I=0 NO HAY INTRUSO,

   I=1 SÍ HAY INTRUSO)

El sistema de alarma debe activarse cuando:

1. La puerta está abierta y la calefacción encendida (P=1, C=1)
2. La puerta está abierta y el aire acondicionado encendido (P=1, A=1)
3. La puerta está abierta con una alarma de proximidad de intruso (P=1, I=1)
4. La ventana está abierta y la calefacción encendida. (V=1, C=1)
5. La ventana está abierta y el aire acondicionado encendido (V=1, A=1)
6. La ventana está abierta con una alarma de proximidad de intruso (V=1, I=1)

Rellenando el mapa…(P=1, C=1)

		$\bar{C}\bar{A}\bar{I}$	$\bar{C}\bar{A}I$	$\bar{C}AI$	$\bar{C}A\bar{I}$	$CA\bar{I}$	CAI	$C\bar{A}I$	$C\bar{A}\bar{I}$
		000	001	011	010	110	111	101	100
$\bar{V}\bar{P}$	00								
$\bar{V}P$	01					**1**	**1**	**1**	**1**
VP	11					**1**	**1**	**1**	**1**
$V\bar{P}$	10								

Rellenando el mapa…(P=1, A=1)

	$\bar{C}\bar{A}\bar{I}$ 000	$\bar{C}\bar{A}I$ 001	$\bar{C}AI$ 011	$\bar{C}A\bar{I}$ 010	$CA\bar{I}$ 110	CAI 111	$C\bar{A}I$ 101	$C\bar{A}\bar{I}$ 100
$\bar{V}\bar{P}$ 00								
$\bar{V}P$ 01			**1**	**1**	**1**	**1**	1	1
VP 11			**1**	**1**	**1**	**1**	1	1
$V\bar{P}$ 10								

Rellenando el mapa…(P=1, I=1)

		$\bar{C}\bar{A}\bar{I}$	$\bar{C}\bar{A}I$	$\bar{C}AI$	$\bar{C}A\bar{I}$	$CA\bar{I}$	CAI	$C\bar{A}I$	$C\bar{A}\bar{I}$
		000	001	011	010	110	111	101	100
$\bar{V}\bar{P}$	00								
$\bar{V}P$	01		**1**	**1**	1	1	**1**	**1**	1
VP	11		**1**	**1**	1	1	**1**	**1**	1
$V\bar{P}$	10								

Rellenando el mapa…(V=1, C=1)

	$\overline{C}\,\overline{A}\,\overline{I}$ 000	$\overline{C}\,\overline{A}\,I$ 001	$\overline{C}\,A\,I$ 011	$\overline{C}\,A\,\overline{I}$ 010	$C\,A\,\overline{I}$ 110	$C\,A\,I$ 111	$C\,\overline{A}\,I$ 101	$C\,\overline{A}\,\overline{I}$ 100
$\overline{V}\,\overline{P}$ 00								
$\overline{V}\,P$ 01		1	1	1	1	1	1	1
$V\,P$ 11		1	1	1	**1**	**1**	**1**	**1**
$V\,\overline{P}$ 10					**1**	**1**	**1**	**1**

Rellenando el mapa…(V=1, A=1)

	$\bar{C}\bar{A}\bar{I}$ 000	$\bar{C}\bar{A}I$ 001	$\bar{C}AI$ 011	$\bar{C}A\bar{I}$ 010	$CA\bar{I}$ 110	CAI 111	$C\bar{A}I$ 101	$C\bar{A}\bar{I}$ 100
$\bar{V}\bar{P}$ 00								
$\bar{V}P$ 01		1	1	1	1	1	1	1
VP 11		1	**1**	**1**	**1**	**1**	1	1
$V\bar{P}$ 10			**1**	**1**	**1**	**1**	1	1

Rellenando el mapa…(V=1, I=1)

		$\bar{C}\bar{A}\bar{I}$	$\bar{C}\bar{A}I$	$\bar{C}AI$	$\bar{C}A\bar{I}$	$CA\bar{I}$	CAI	$C\bar{A}I$	$C\bar{A}\bar{I}$
		000	001	011	010	110	111	101	100
$\bar{V}\bar{P}$	00								
$\bar{V}P$	01		1	1	1	1	1	1	1
VP	11		**1**	**1**	1	1	**1**	**1**	1
$V\bar{P}$	10		**1**	**1**	1	1	**1**	**1**	1

Podemos agrupar así…

		$\bar{C}\bar{A}\bar{I}$ 000	$\bar{C}\bar{A}I$ 001	$\bar{C}AI$ 011	$\bar{C}A\bar{I}$ 010	$CA\bar{I}$ 110	CAI 111	$C\bar{A}I$ 101	$C\bar{A}\bar{I}$ 100
$\bar{V}\bar{P}$	00								
$\bar{V}P$	01		1	1	1	1	1	1	1
VP	11		1	1	1	1	1	1	1
$V\bar{P}$	10		1	1	1	1	1	1	1

$$X = PA + VA + PC + VC + PI + VI$$

¿Cuántos chips necesito para esto?

O usando los ceros…

	$\overline{C}\,\overline{A}\,\overline{I}$ 000	$\overline{C}\,\overline{A}\,I$ 001	$\overline{C}\,A\,I$ 011	$\overline{C}\,A\,\overline{I}$ 010	$C\,A\,\overline{I}$ 110	$C\,A\,I$ 111	$C\,\overline{A}\,I$ 101	$C\,\overline{A}\,\overline{I}$ 100
$\overline{V}\,\overline{P}$ 00	0	0	0	0	0	0	0	0
$\overline{V}\,P$ 01	0	1	1	1	1	1	1	1
$V\,P$ 11	0	1	1	1	1	1	1	1
$V\,\overline{P}$ 10	0	1	1	1	1	1	1	1

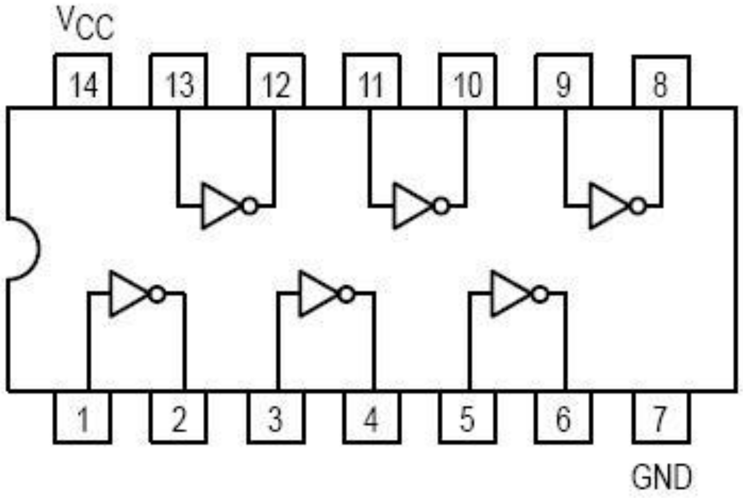
$$\overline{X} = \overline{C}\,\overline{A}\,\overline{I} + \overline{V}\,\overline{P}$$

$$X = \overline{\overline{C}\,\overline{A}\,\overline{I} + \overline{V}\,\overline{P}}$$

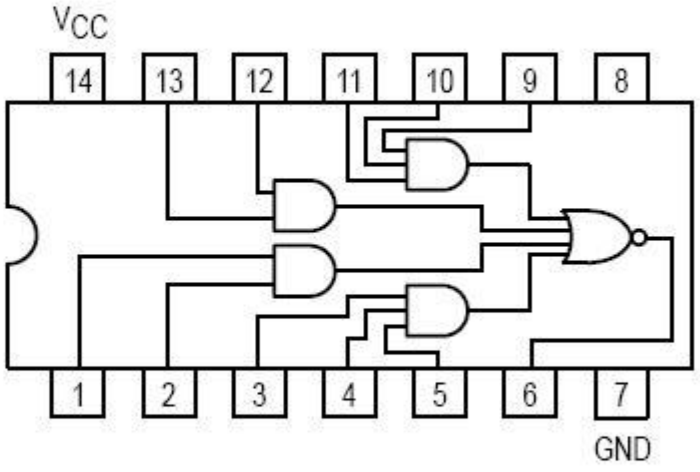
Sólo dos chips

Patillaje de los circuitos 7404 y 7454

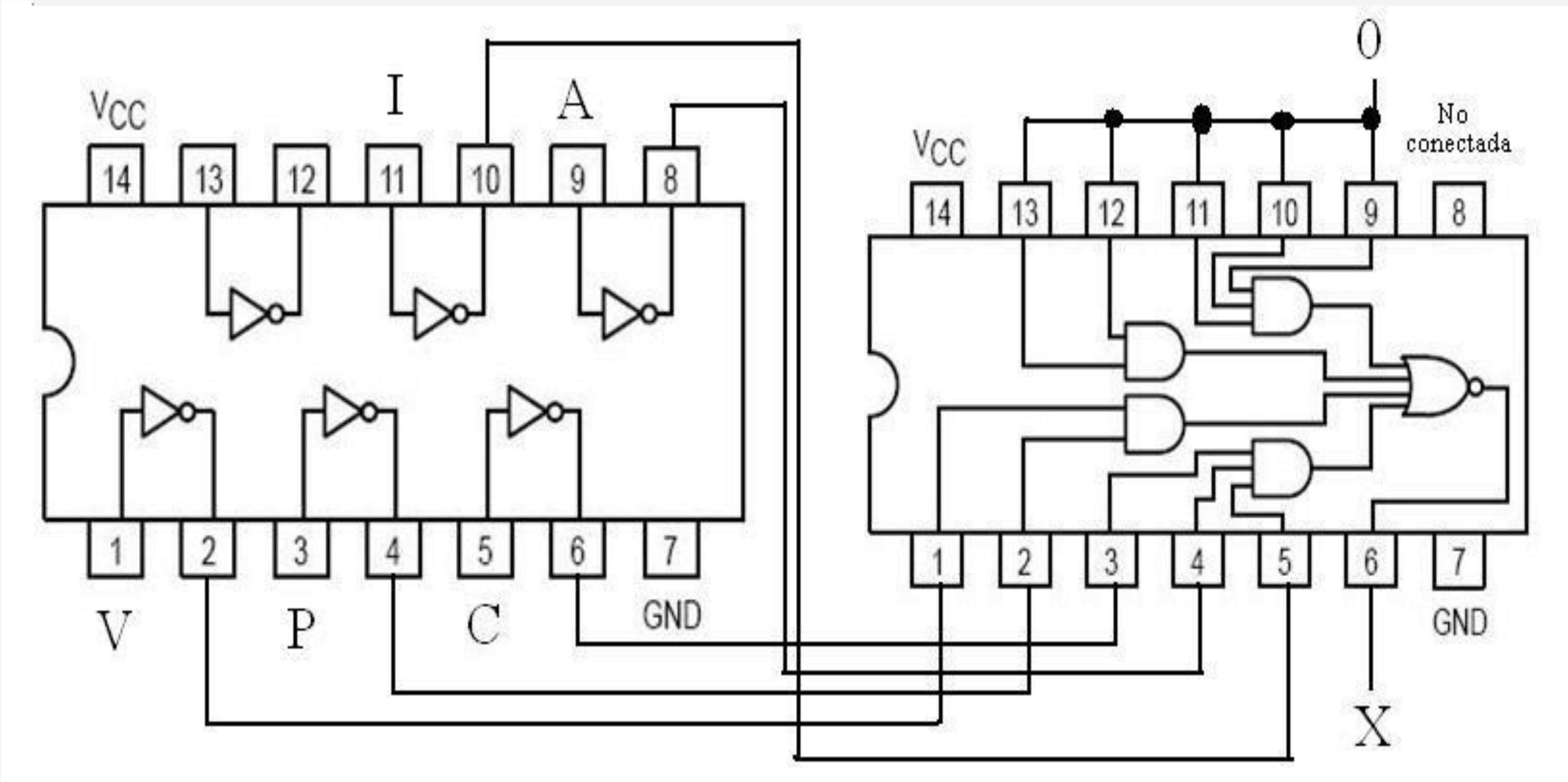
7404



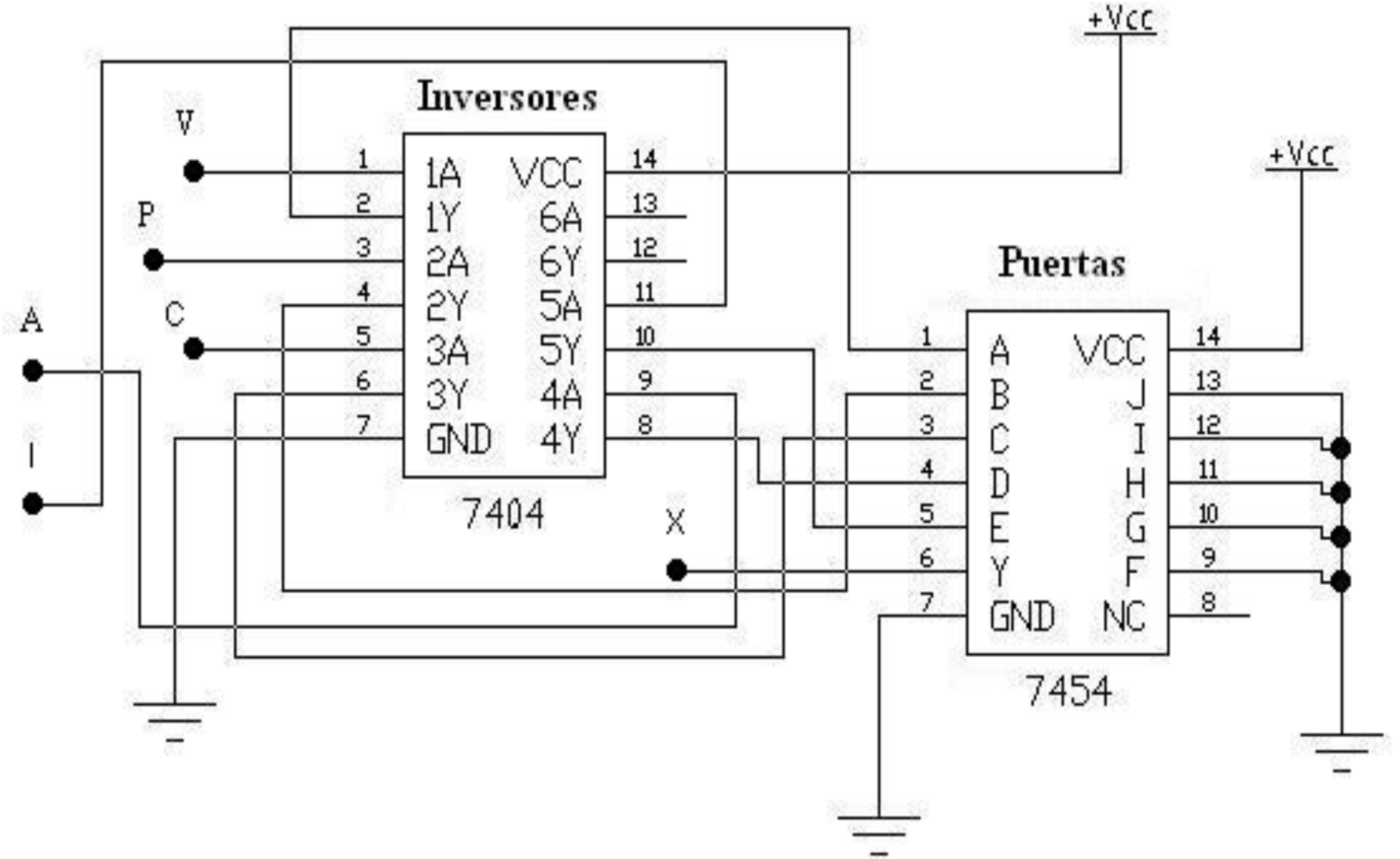
7454



Conexionado físico



Circuito diseñado



Ya sabes…

- Leyes y propiedades del Algebra de Boole
- Simplificar funciones utilizando el Algebra de Boole
- Analizar circuitos mediante Algebra de Boole y simplificarlos
- Pasar de una tabla de verdad a Suma de Productos y Producto de Sumas
- Utilizar Mapas de Karnaugh para simplificar funciones lógicas

FINAL