Álgebra de Boole

Tema 5

¿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 binaria

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

Elementos: {0,1}

Operadores:

Suma Booleana: es la función lógica OR

$$X=A + B$$

Producto Booleano: es la función lógica AND

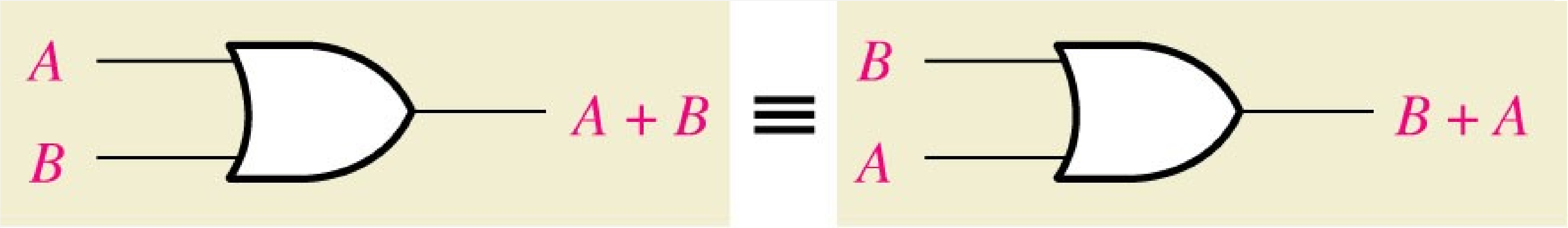
$$X = AB$$

Axiomas

Axioma: Propiedad Conmutativa

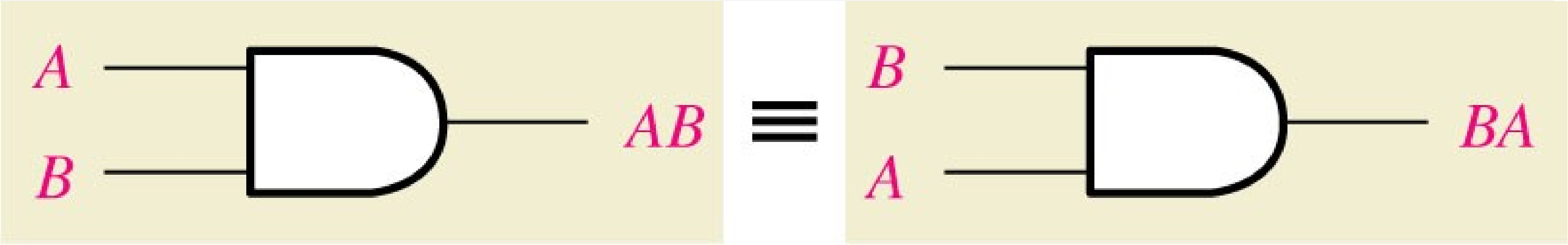
A+B = B+A

El orden en la OR no importa



AB = BA

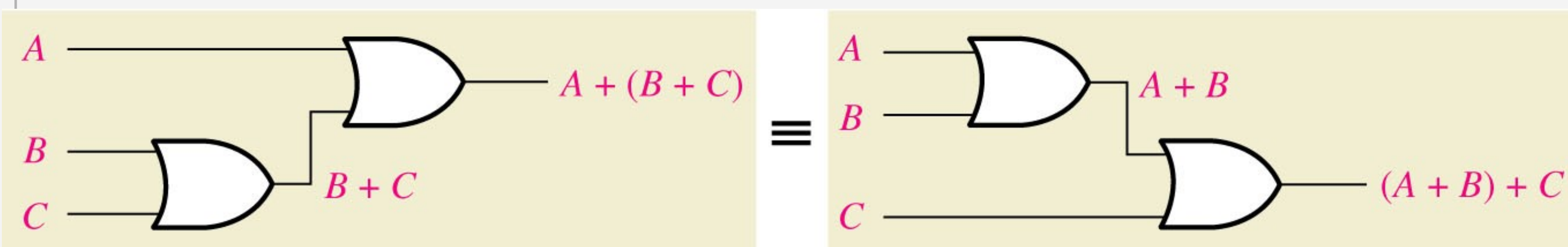
El orden en la AND no importa



Axioma: Propiedad asociativa

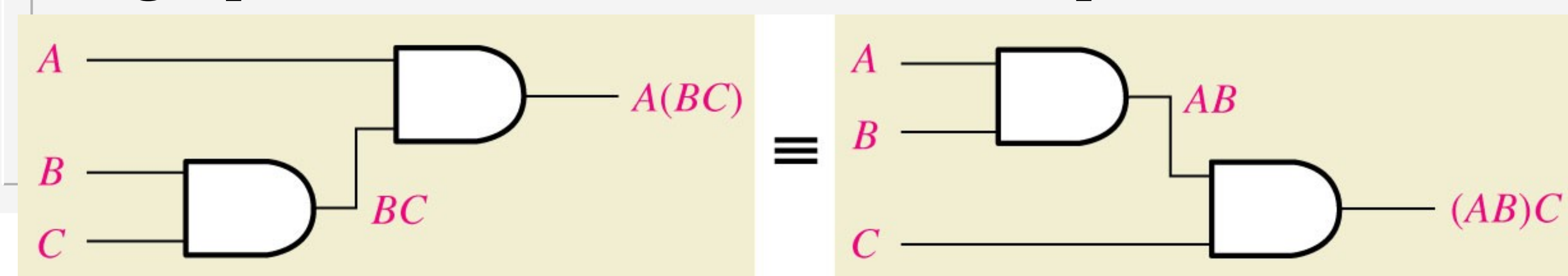
$A + (B + C) = (A + B) + C$

Agrupar variables en la OR no importa



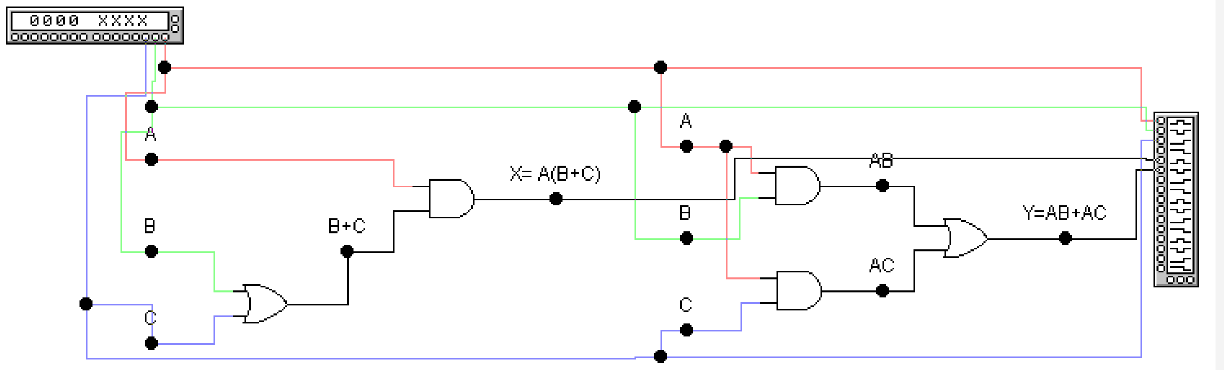
$A (B C) = (A B) C$

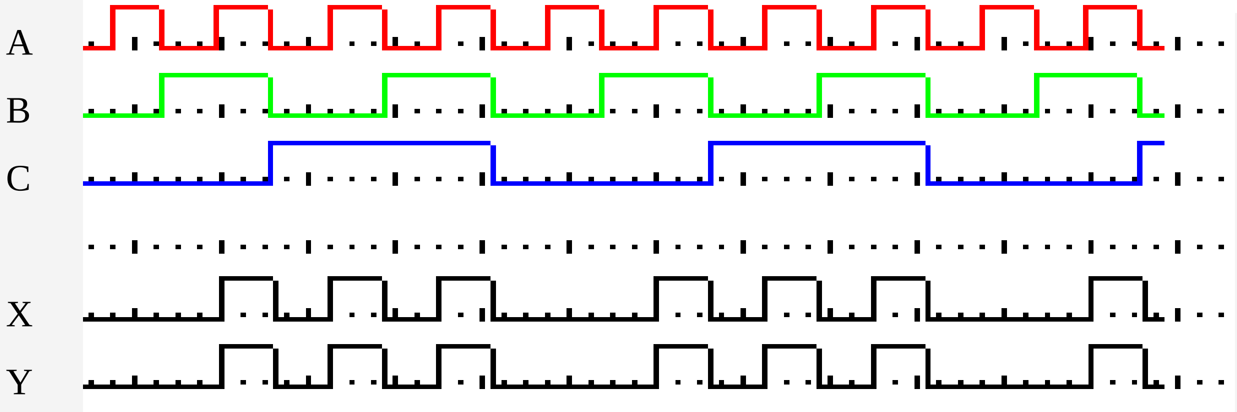
Agrupar variables en la AND no importa



Axioma: Propiedad distributiva I

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

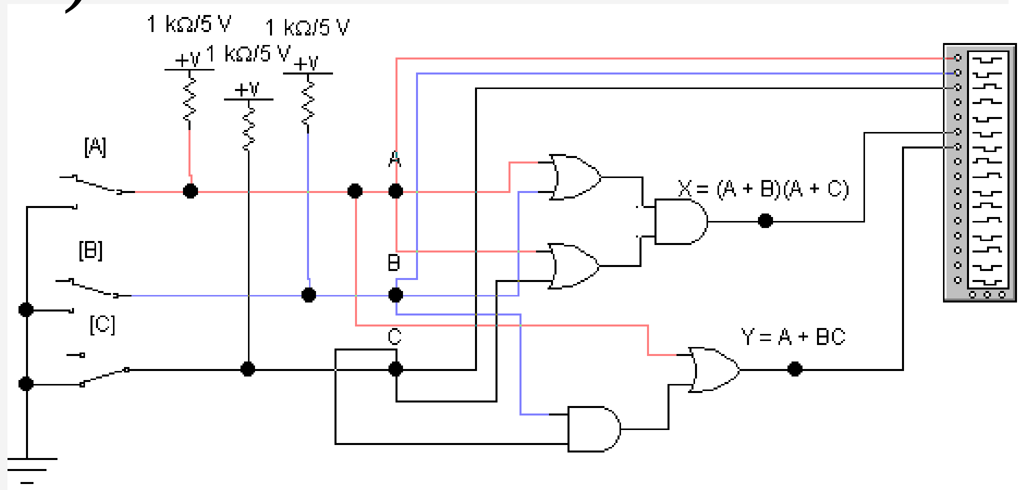


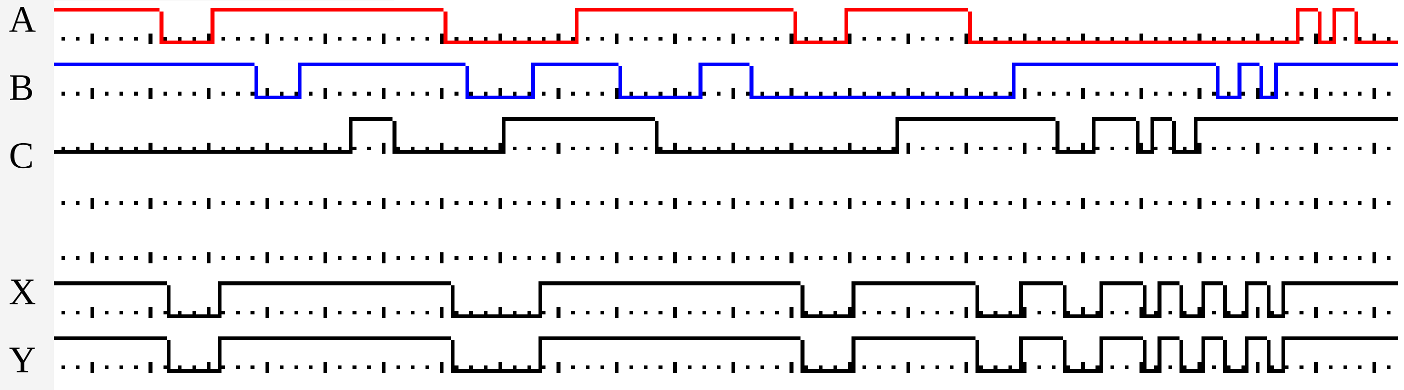


X=Y

Axioma: Propiedad distributiva II

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

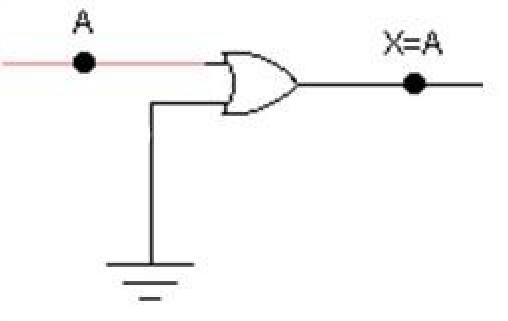




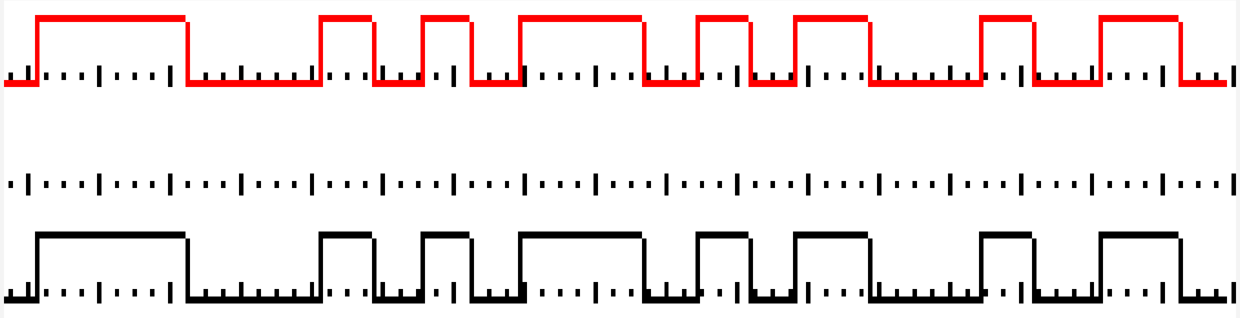
Axioma: Elemento identidad (0 para +)

A+0=A

Hacer una operación OR con 0 no cambia nada.



A



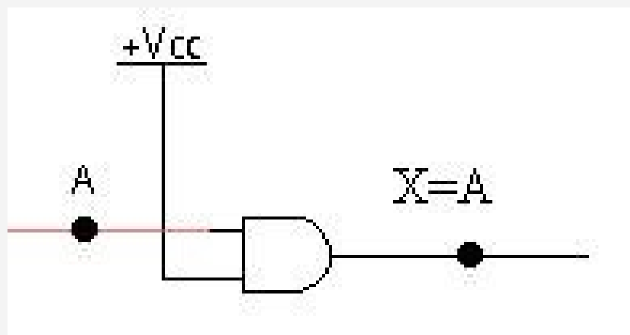
X

X=A

Axioma: Elemento identidad (1 para •)

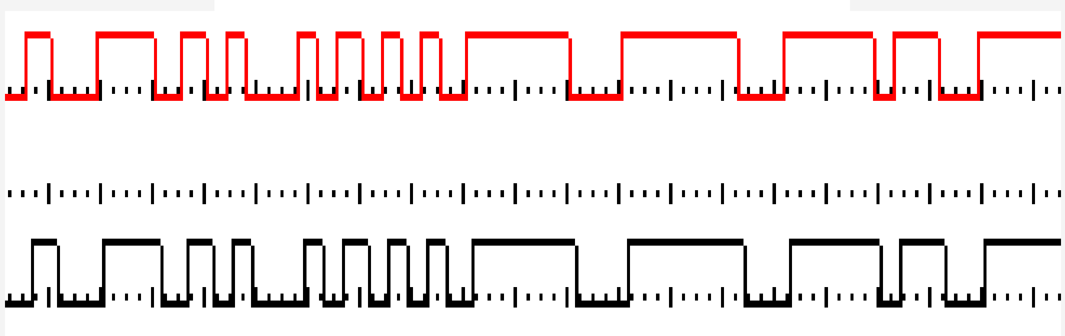
$A \cdot 1 = A$

Hacer una operación AND con 1 no cambia nada



A

X

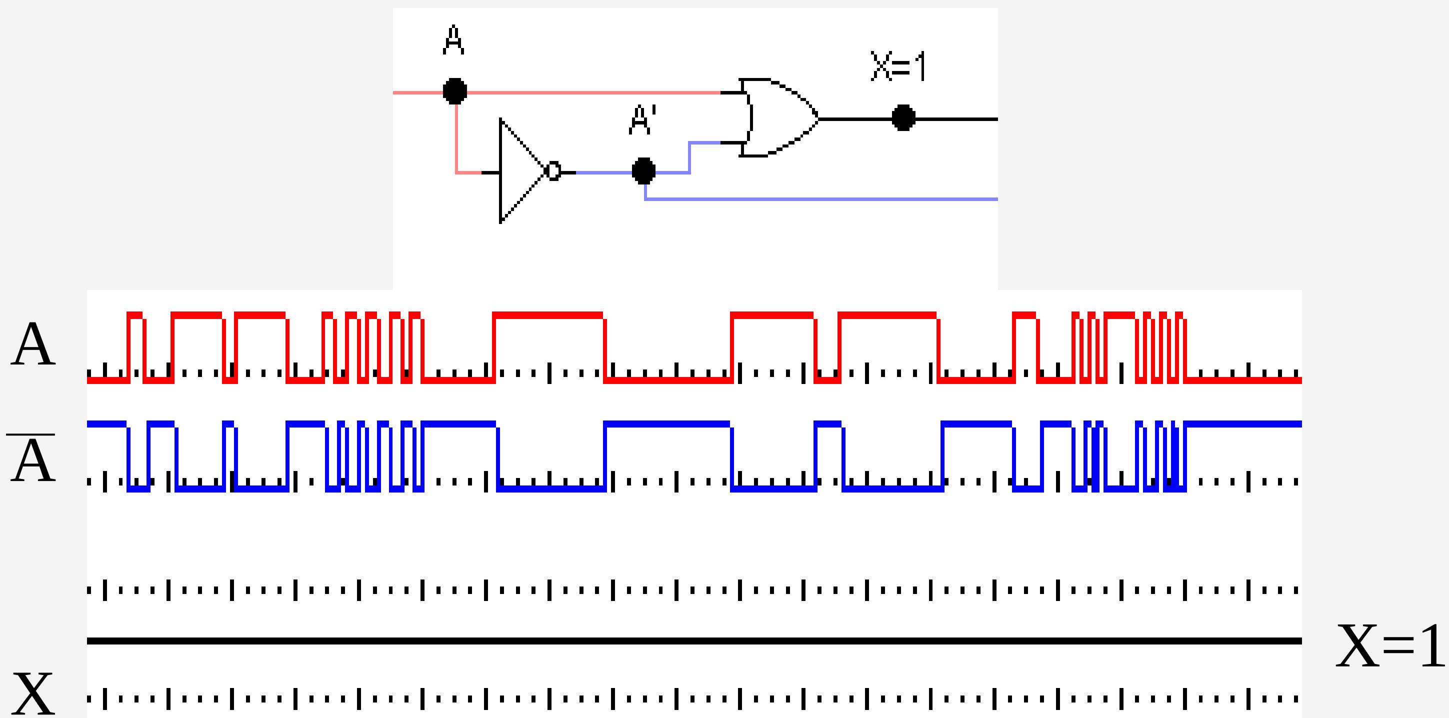


X=A

Axioma: Elemento complemento

$$\mathbf{A+\overline{A} = 1}$$

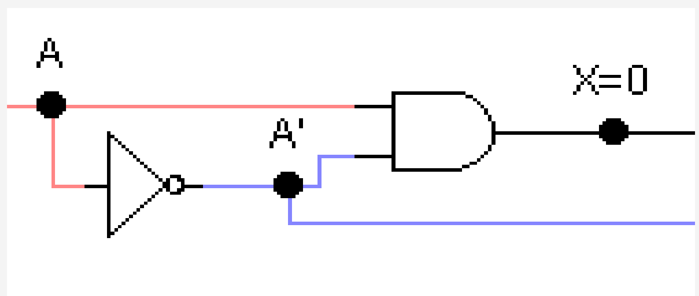
Si A o $\overline{A}$ son 1, la salida será 1

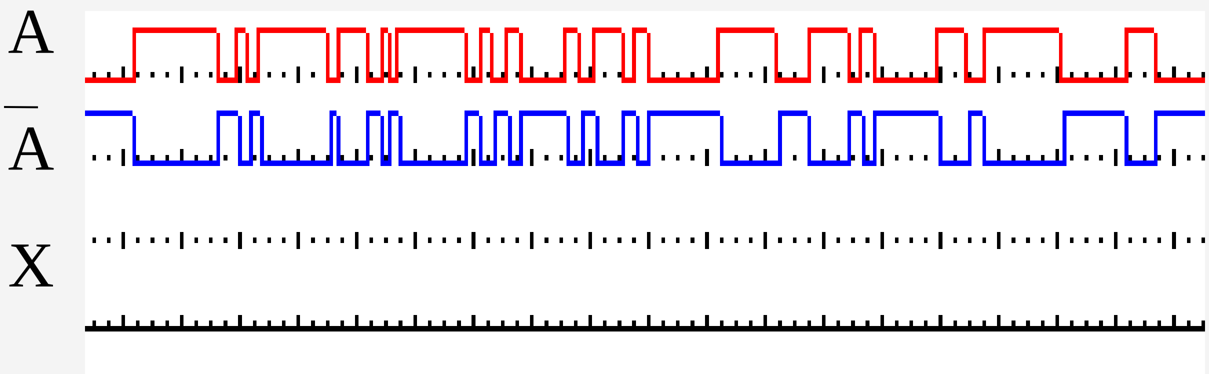


Axioma: Elemento complemento

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

Si A o $\overline{A}$ son 0, la salida será 0

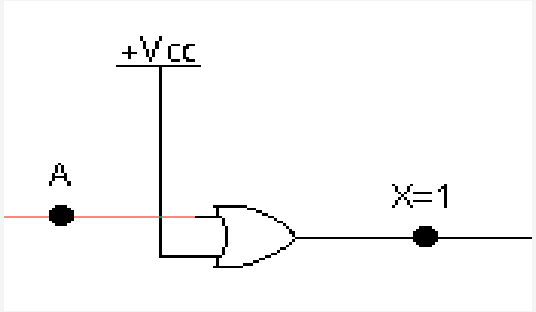




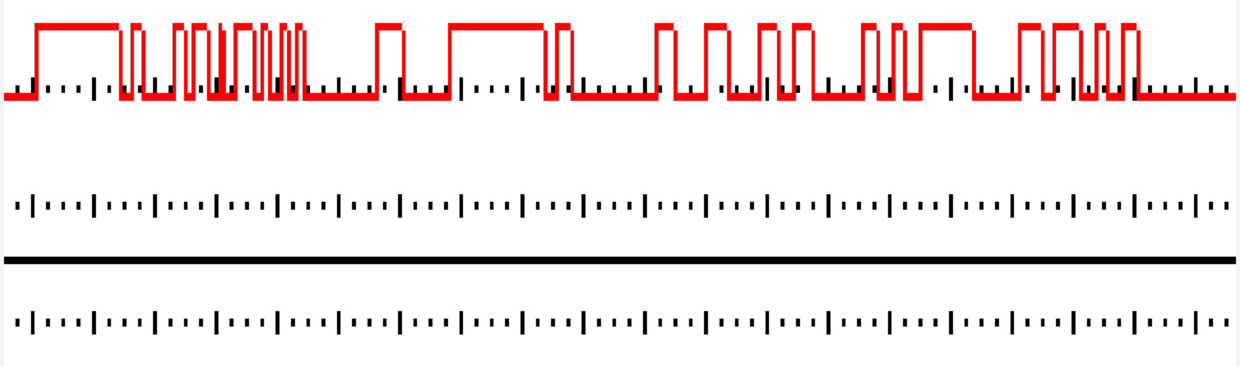
X=0

Teorema: A+1=1 (T. Complementación)

Hacer una operación OR con 1 da siempre 1.



A

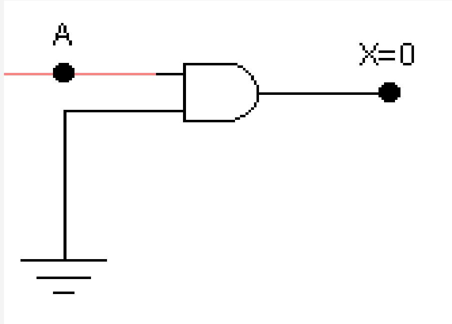


X

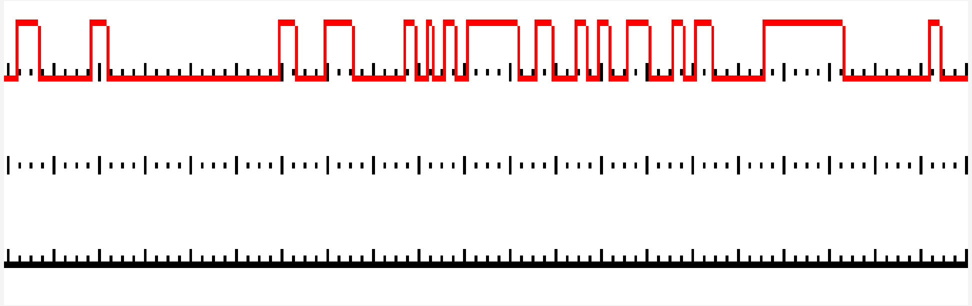
X=1

Teorema: A•0=0 (T. Complementación)

Hacer una operación AND con 0 siempre da 0



A

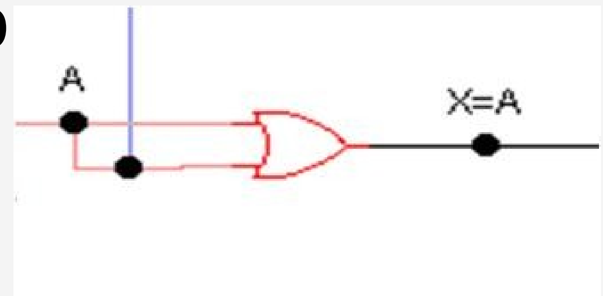


X

X=0

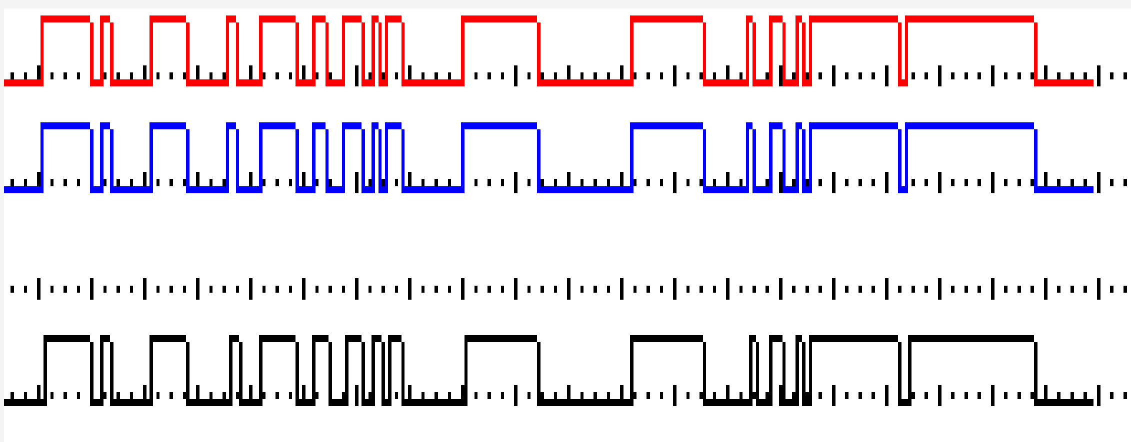
Teorema: A+A = A (T. Idempotencia)

Hacer una operación OR consigo mismo da el mismo resultado



A

A

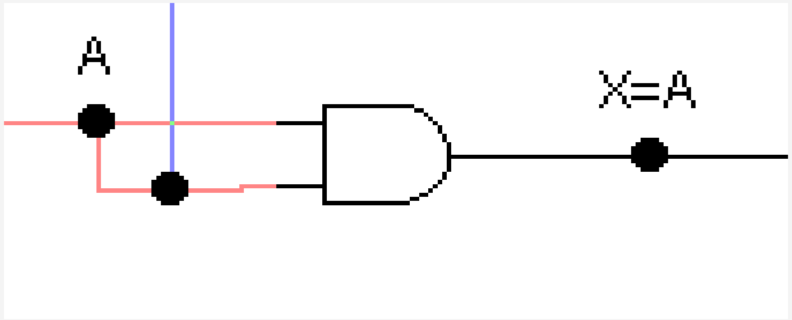


X

A=A

Teorema: A•A = A (T. Idempotencia)

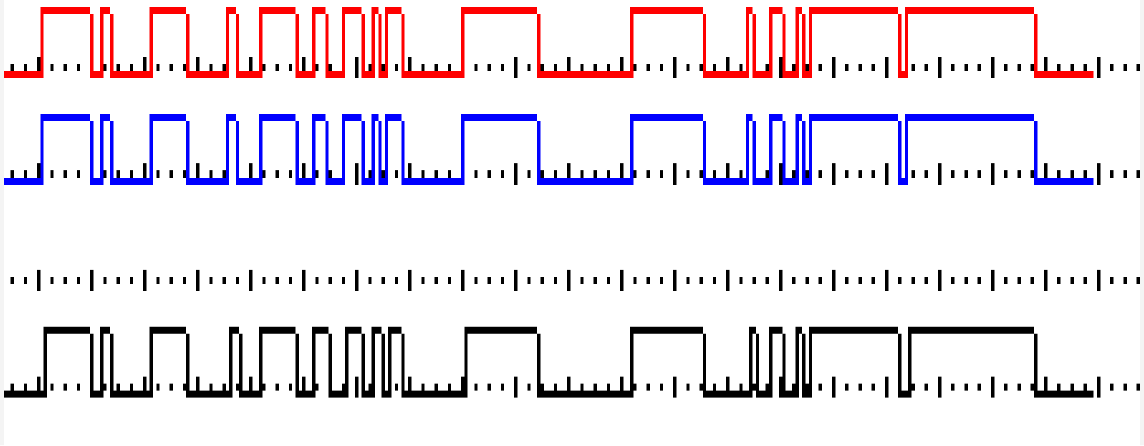
Hacer una operación AND consigo mismo da el mismo resultado



A

A

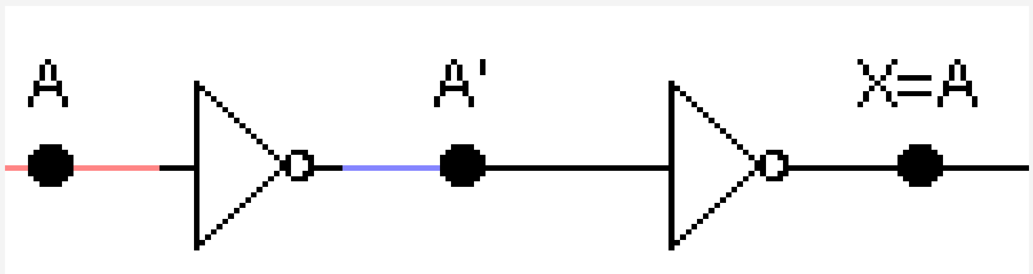
X



A=A

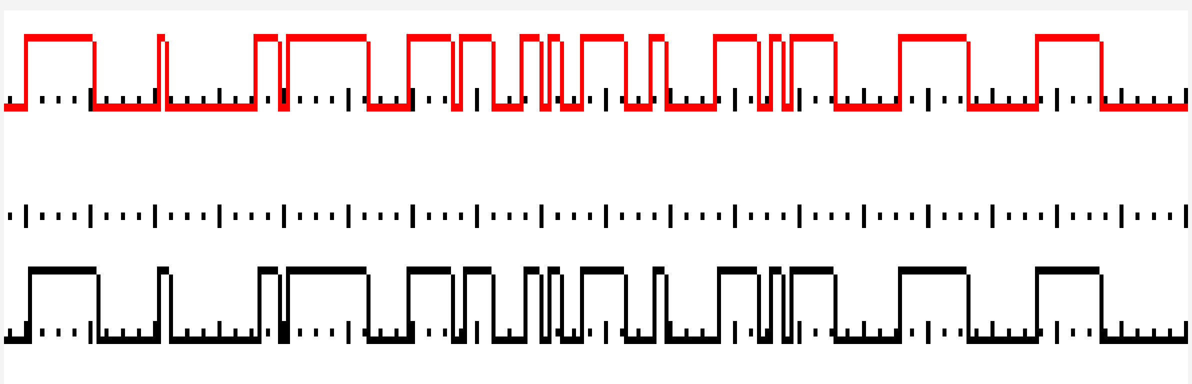
Teorema: $\overline{\overline{A}} = A$ (T. Involución)

Si negamos algo dos veces volvemos al principio



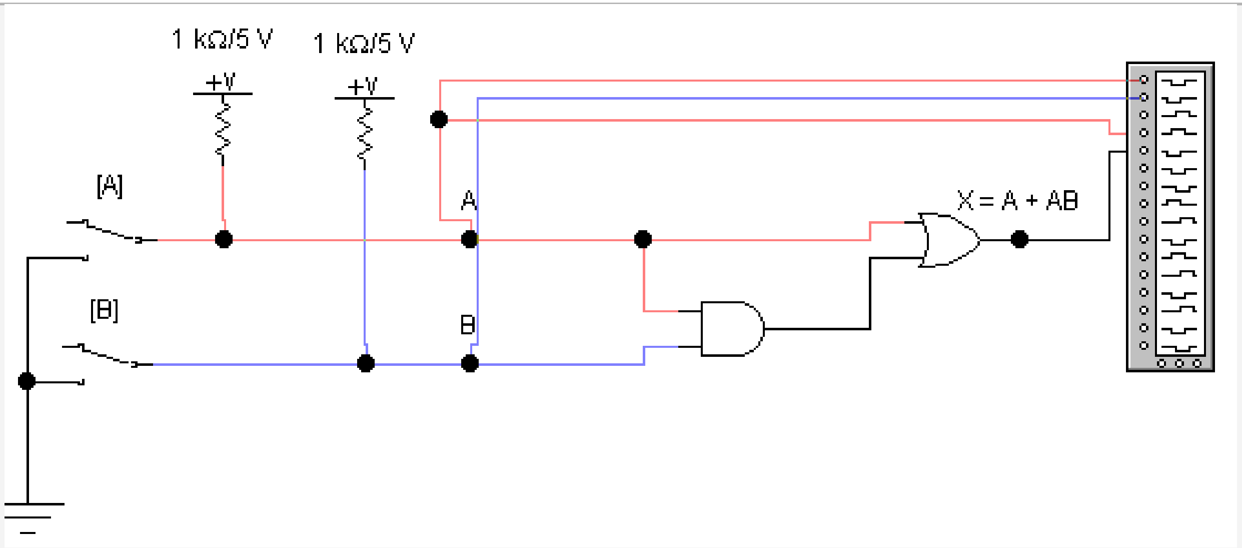
A

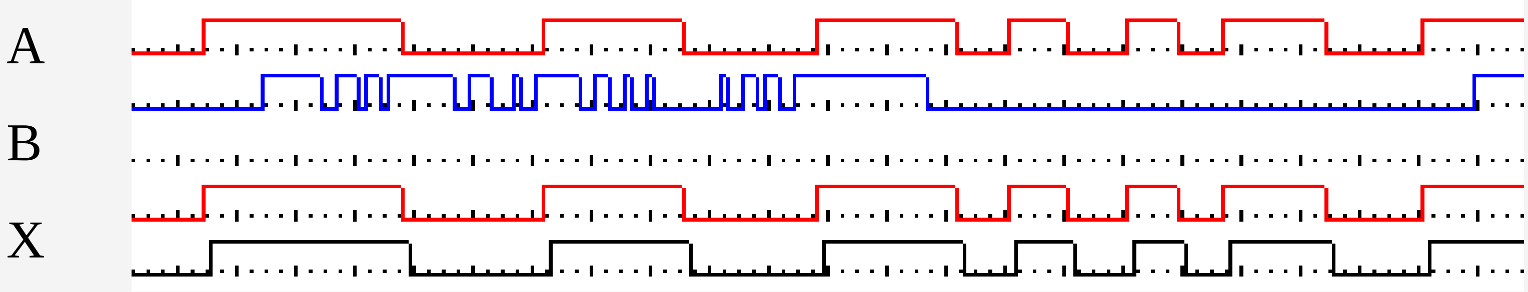
X



X=A

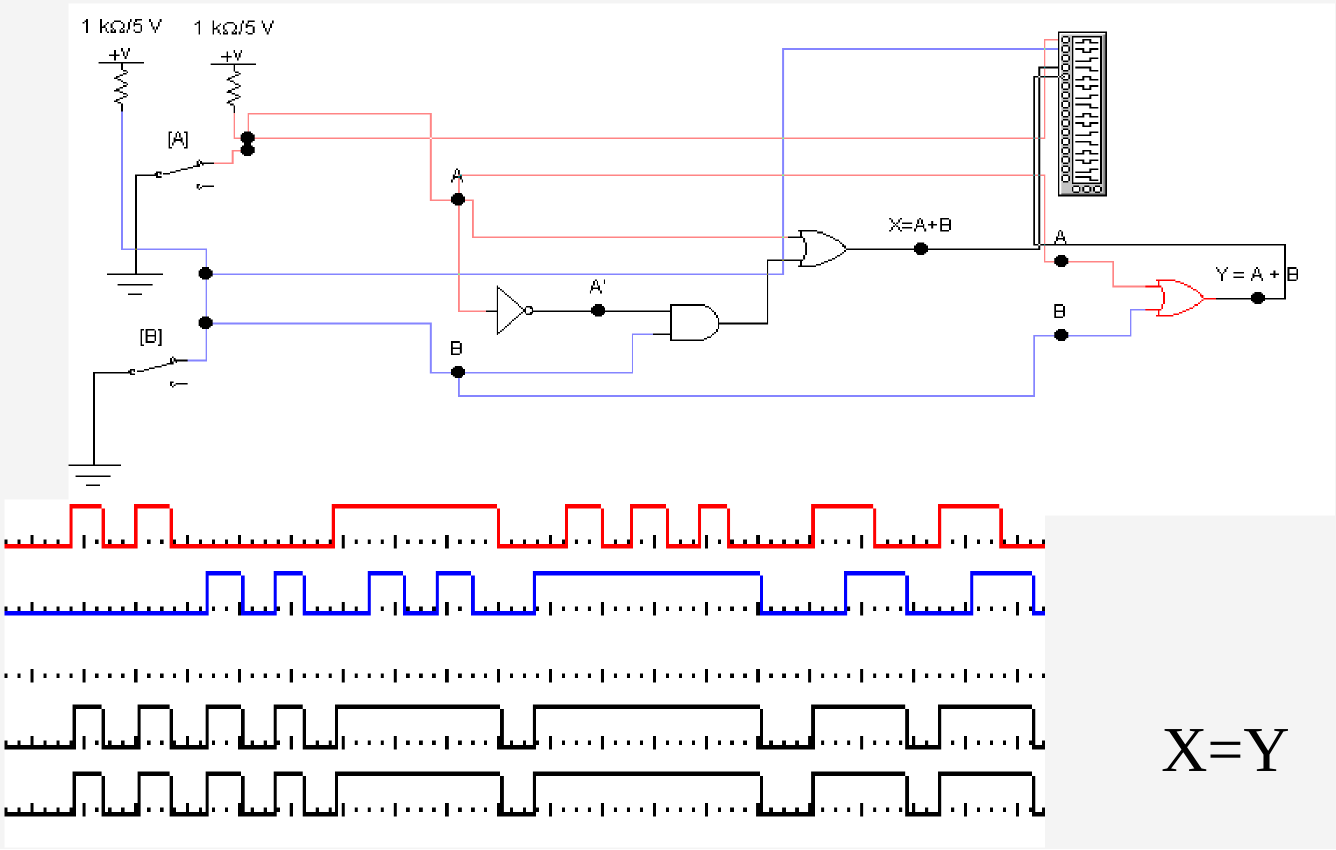
Teorema: A + AB = A (T. Absorción I)





Teorema $A + \overline{A}B = A + B$ (T. Absorción II)

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



A
B
X
Y

X=Y

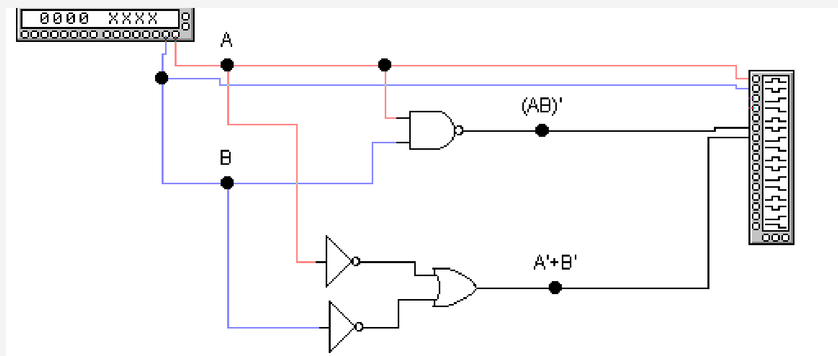
Leyes de De Morgan (2 variables)

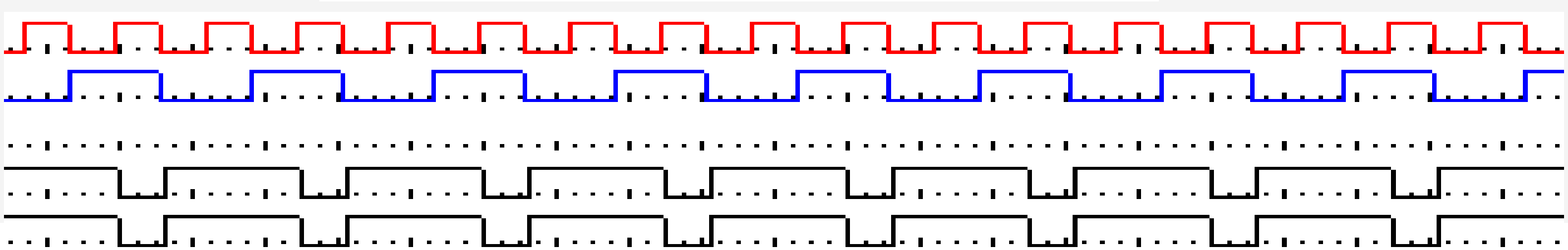
De Morgan ayuda a simplificar circuitos digitales usando NORs y NANDs.

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

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

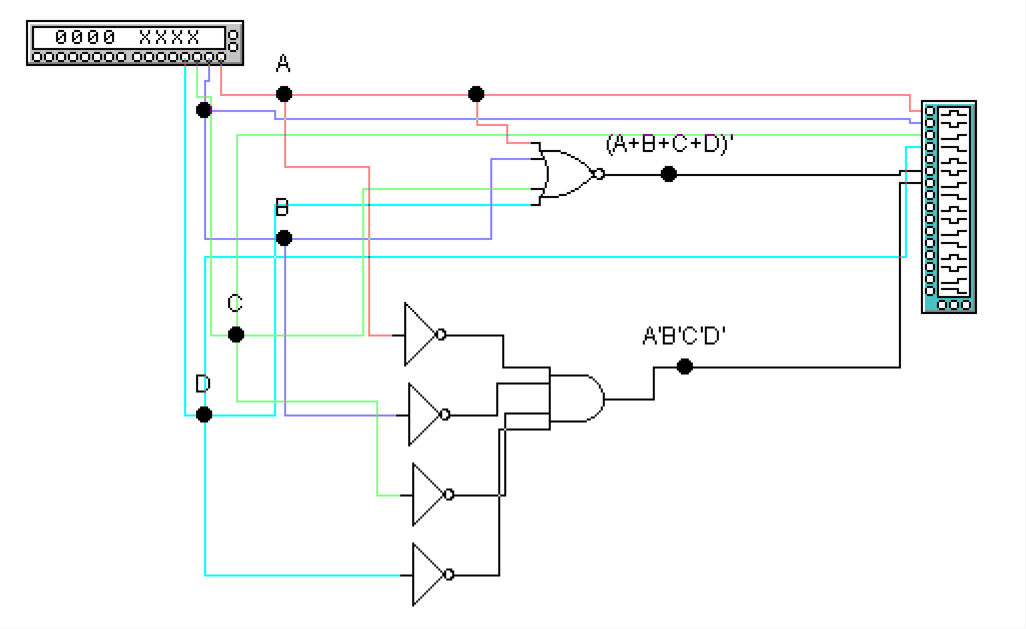
Igual para n variables

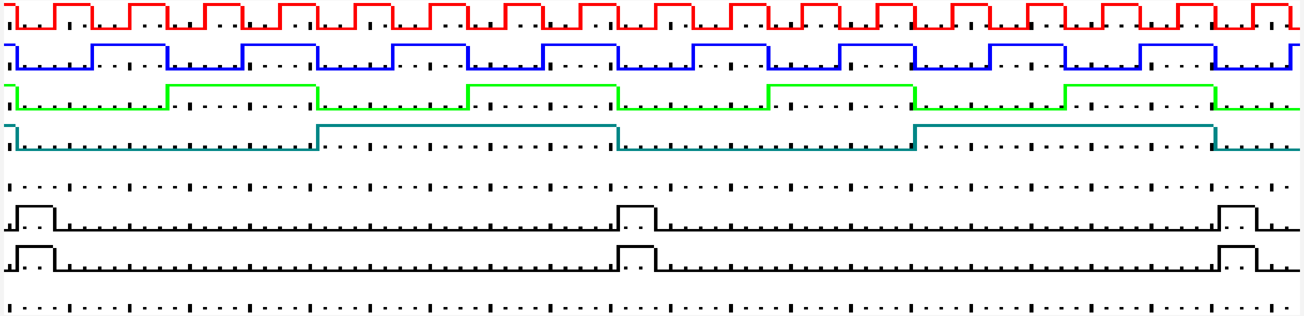




Leyes de De Morgan (más de 2 variables)

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

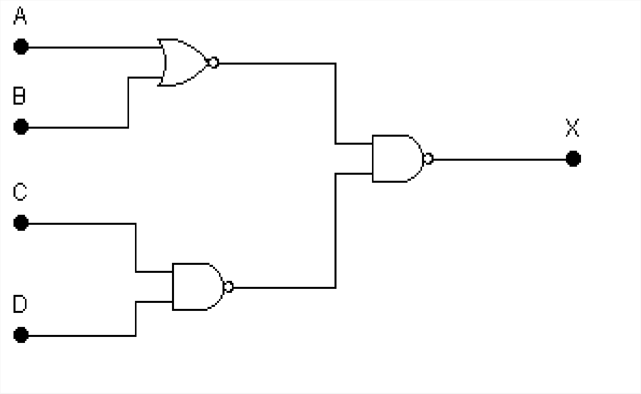


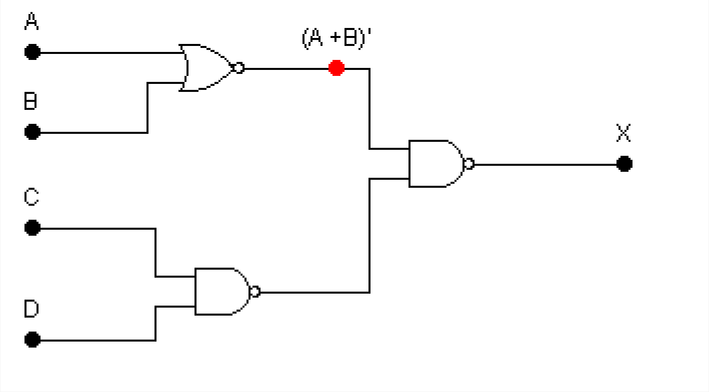


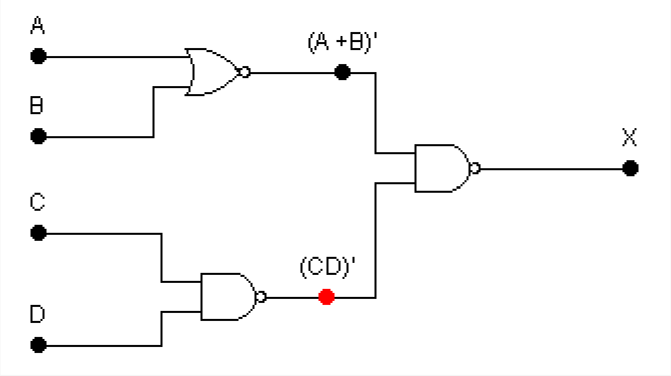
Análisis Booleano de Funciones Lógicas

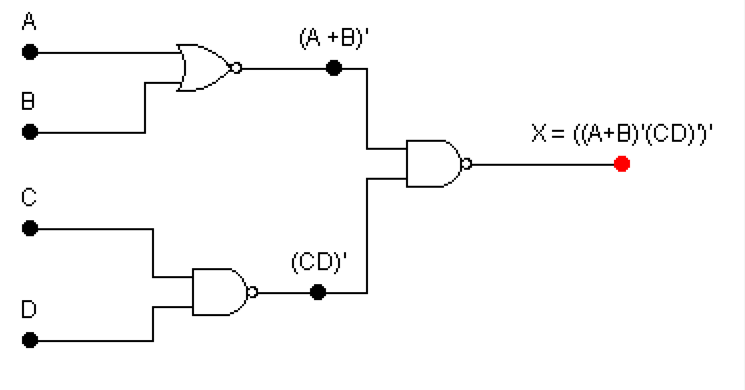
- El propósito de este apartado es obtener expresiones booleanas simplificadas a partir de un circuito
- Se examina puerta a puerta a partir de sus entradas
- Se simplifica usando las leyes y propiedades booleanas.

Cálculo de la expresión algebraica de salida (ejemplo 1)

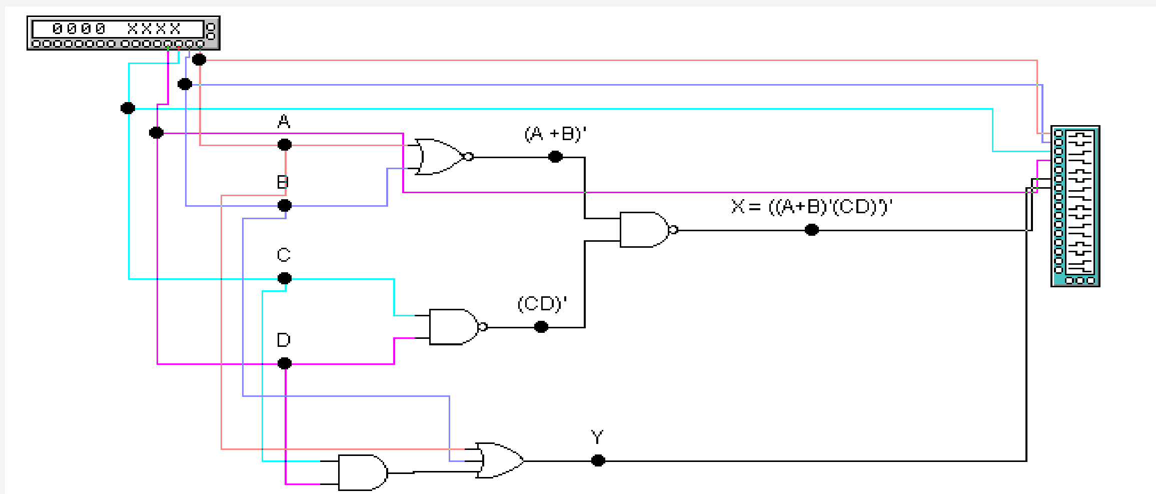


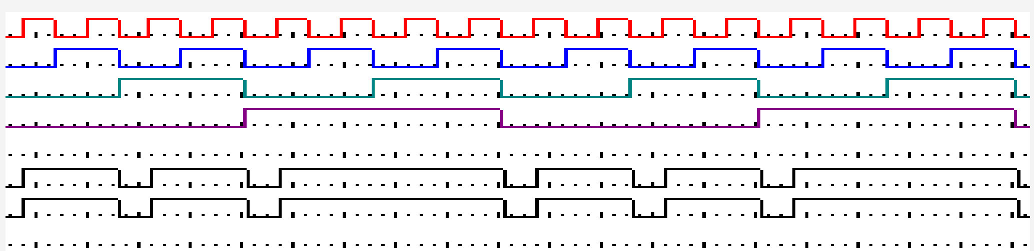






$$\overline{\overline{(A + B)}\;\overline{(CD)}} = \overline{\overline{(A + B)}} + \overline{\overline{(CD)}} = A + B + CD$$





X e Y son iguales

Cálculo de la expresión algebraica de salida (ejemplo 2)

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

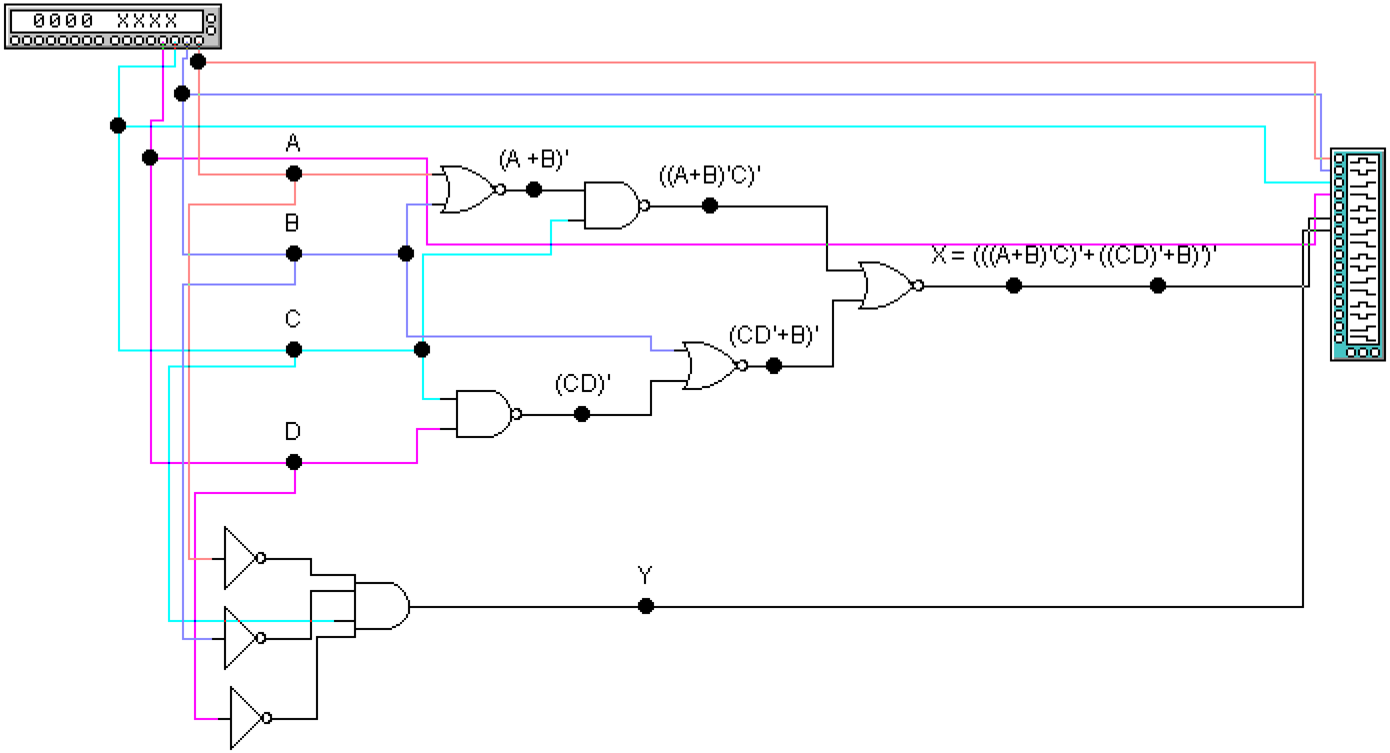
$$= \overline{\overline{\overline{(A+B)}\,C}} \cdot \overline{\overline{\overline{CD} + B}}$$

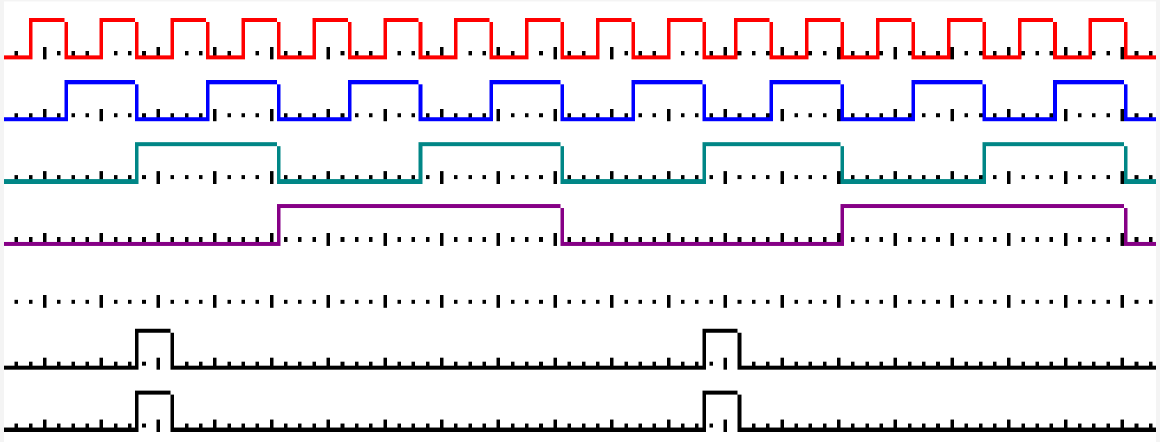
$$= \overline{(A+B)}\,C \cdot (\overline{CD} + B)$$

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

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

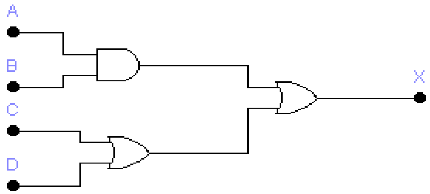
$$= \bar{A}\,\bar{B}\,C\,\bar{D}$$



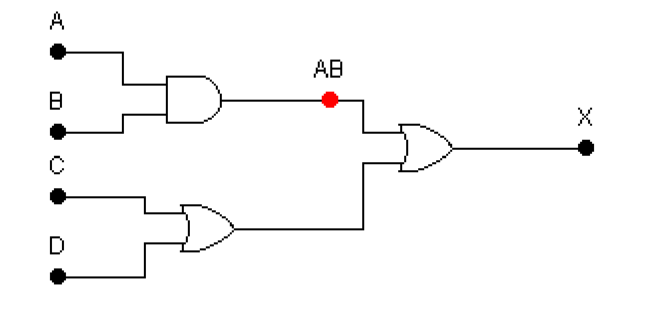


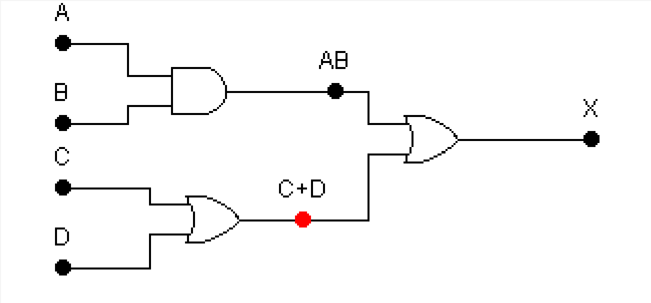
Los circuitos son iguales

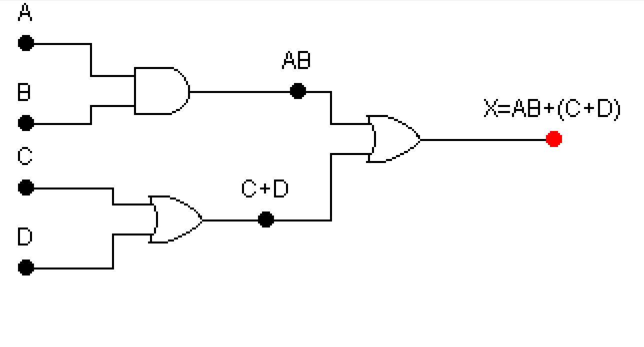
Ejemplo 3



Puerta a puerta a partir de sus entradas



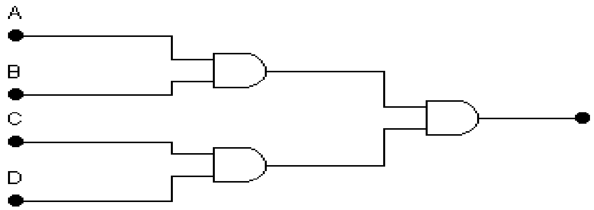


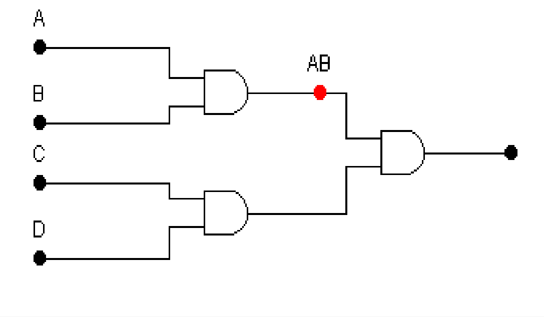


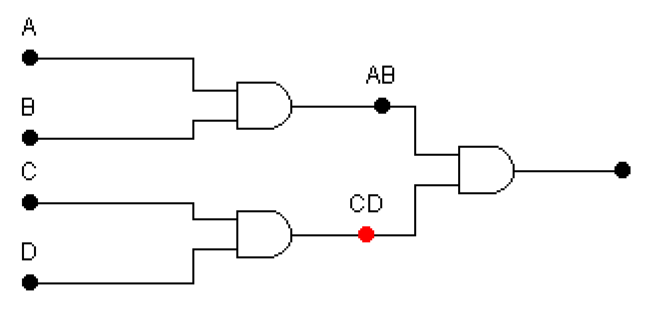
X= AB+(C+D)

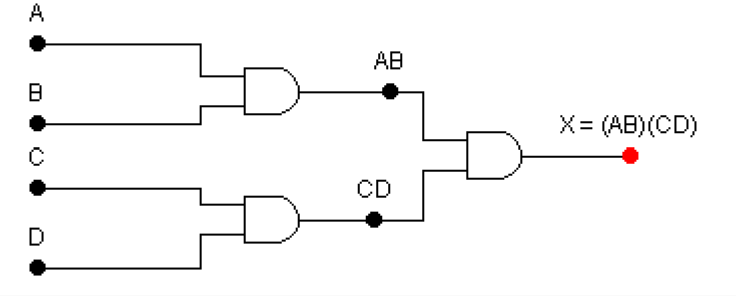
X= AB + C+ D

Ejemplo 4





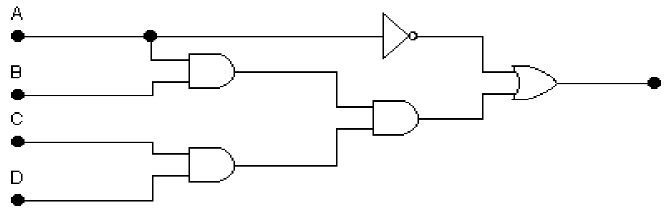


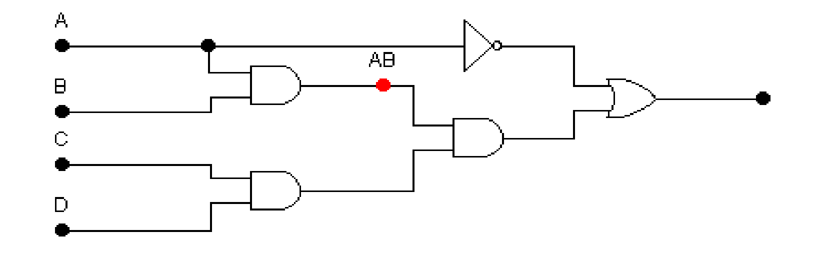


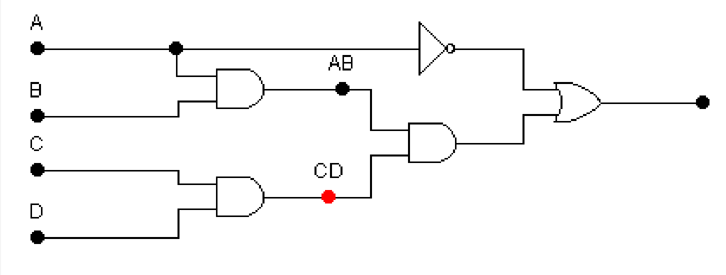
$$X = (AB)(CD)$$

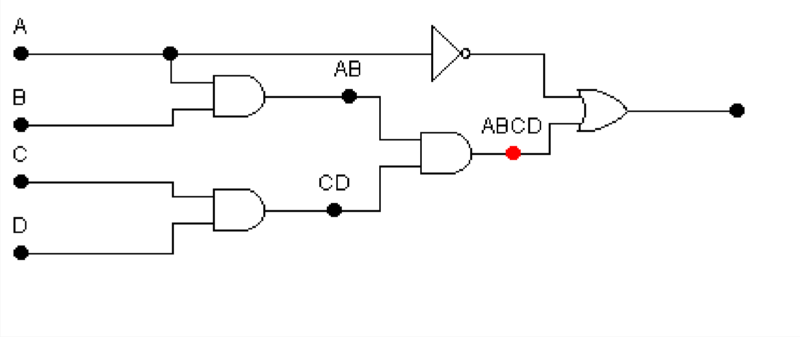
$$X = ABCD$$

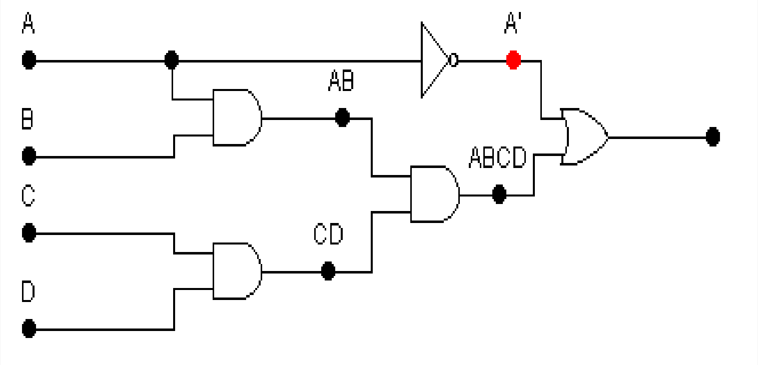
Ejemplo 5







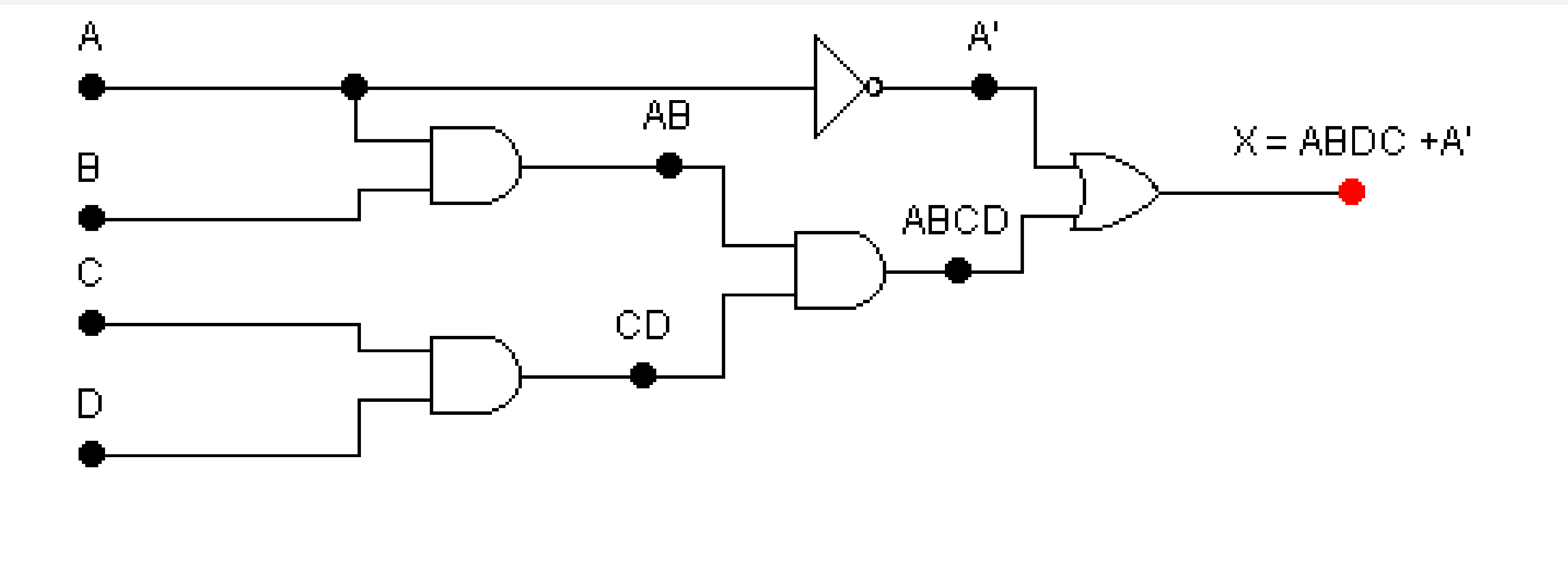




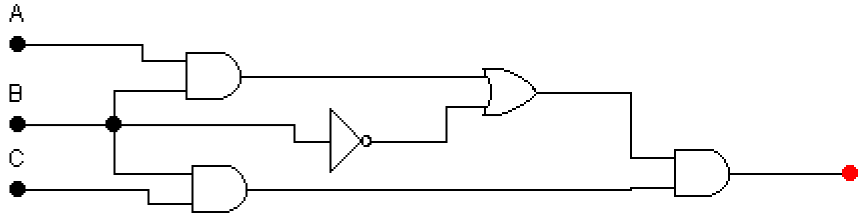
$$X = ABCD + \overline{A}$$

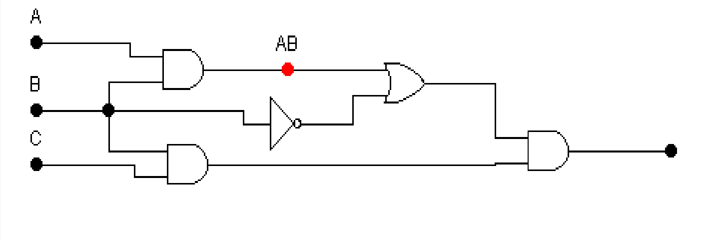
Simplificando:

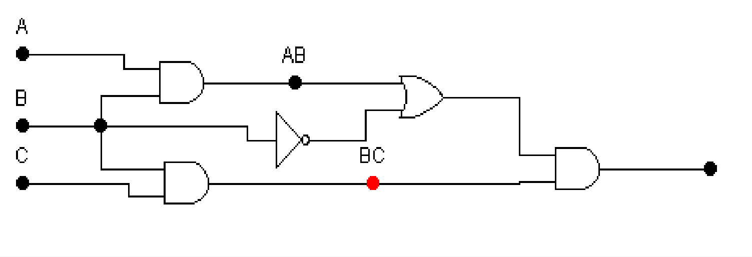
$$X = \overline{A} + BCD$$

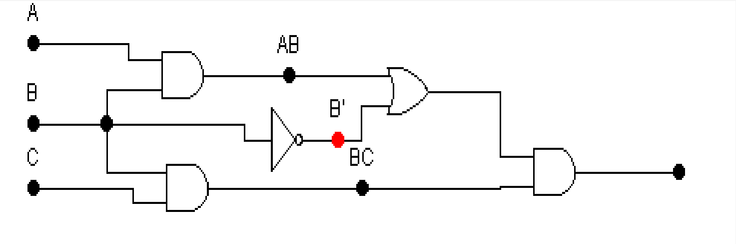


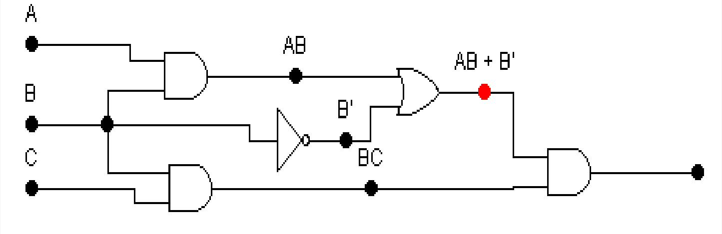
Ejemplo 6

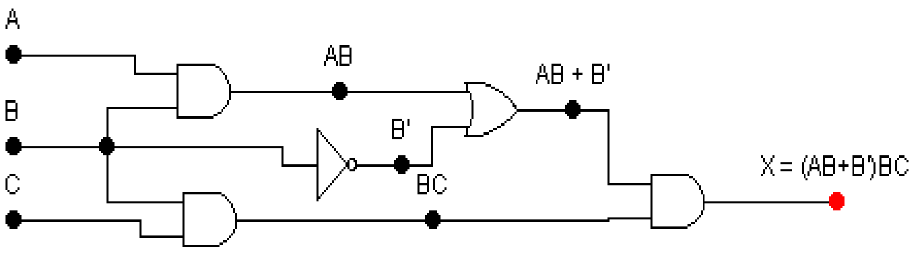












En la siguiente transparencia se ve cómo las dos cosas son lo mismo

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

Usando la propiedad distributiva:

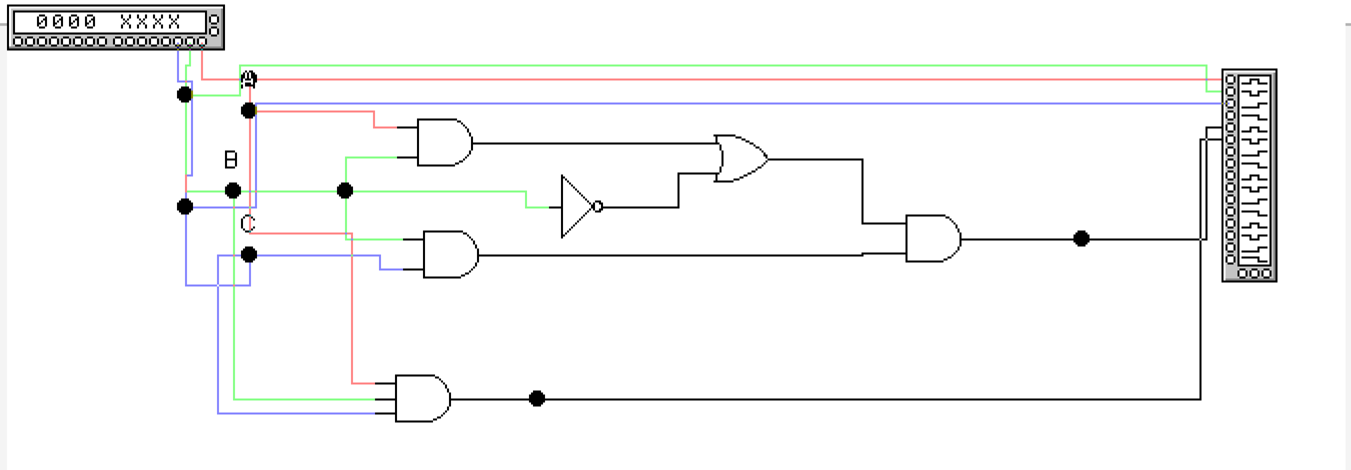
$X = ABBC + \overline{B}BC$

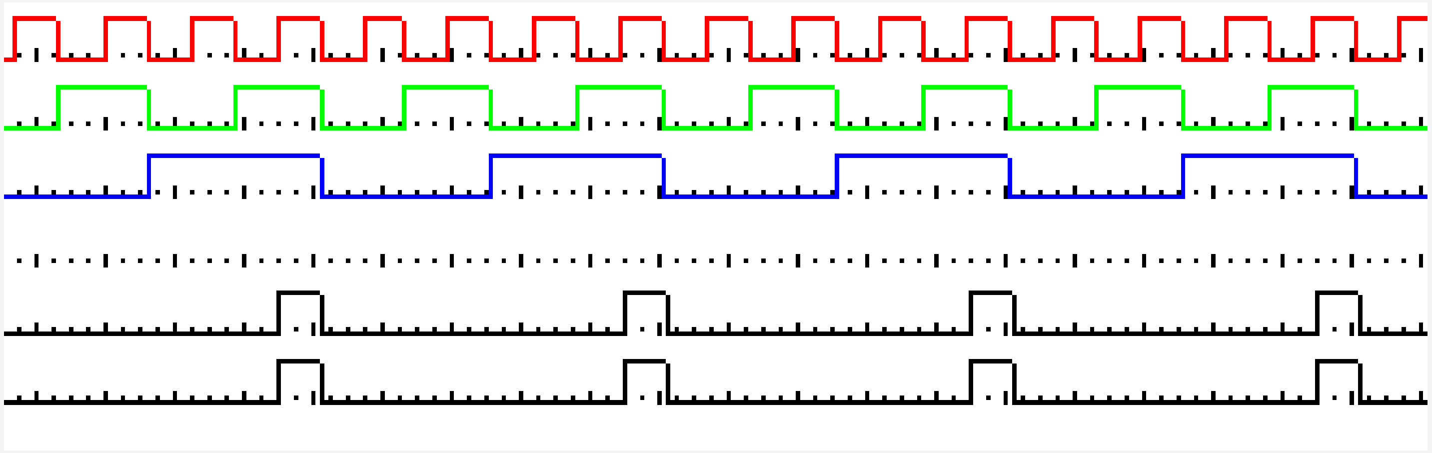
$X = ABC + \overline{B}BC$

$X = ABC + 0 \bullet C$

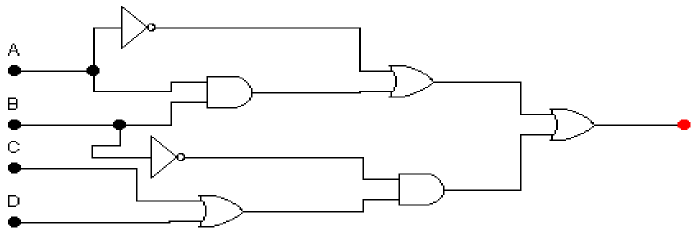
$X = ABC + 0$

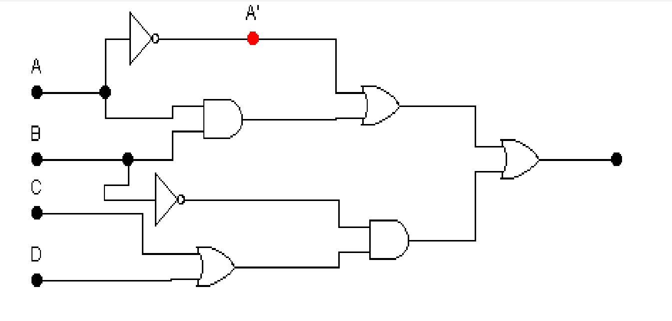
$X = ABC$

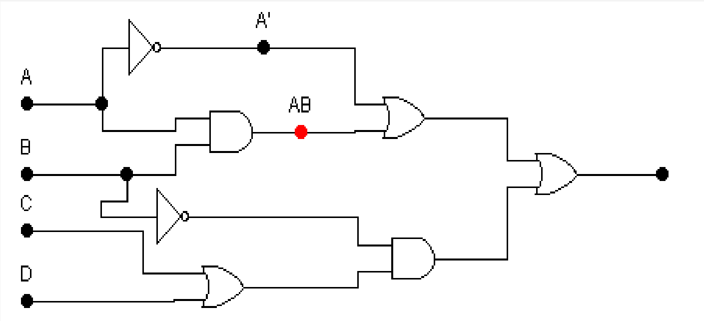

0000 XXXX
A
B
C

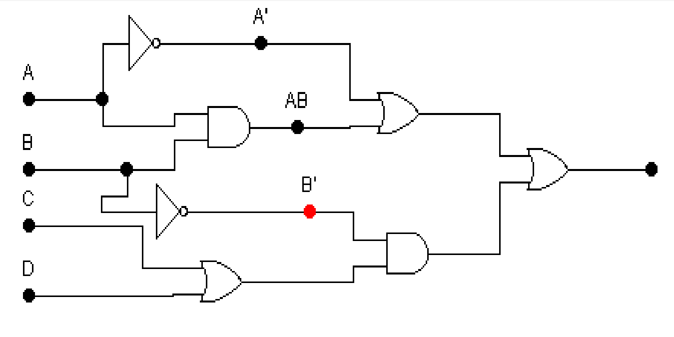


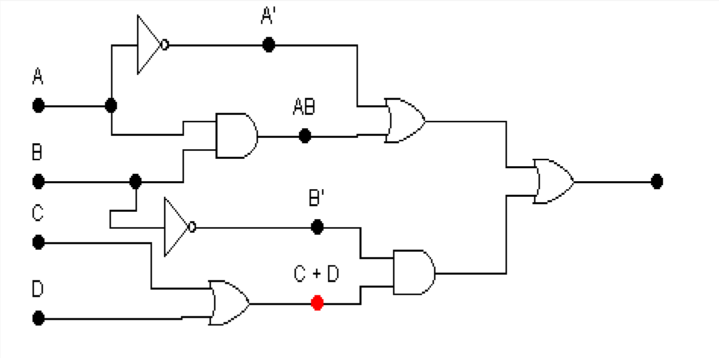
Ejemplo 7

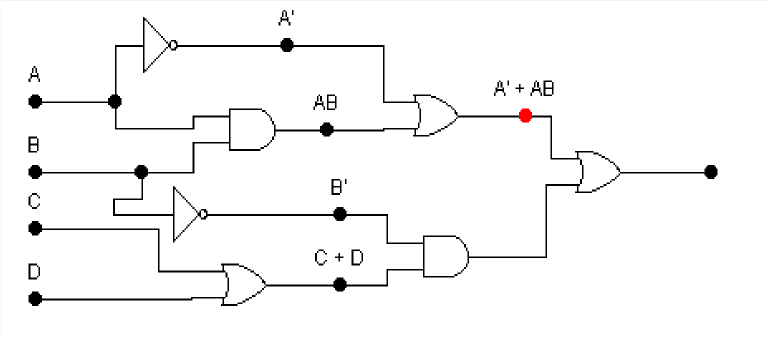


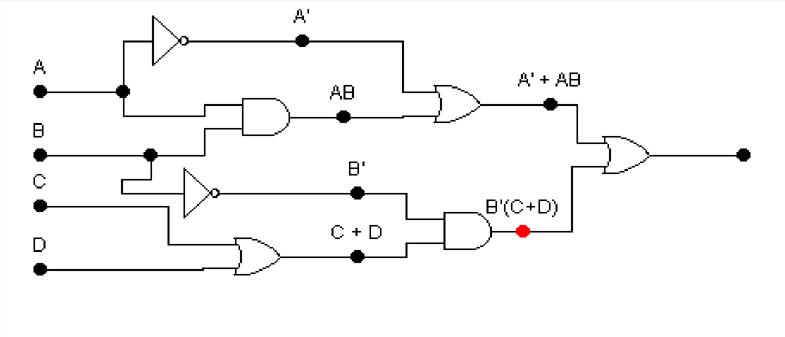


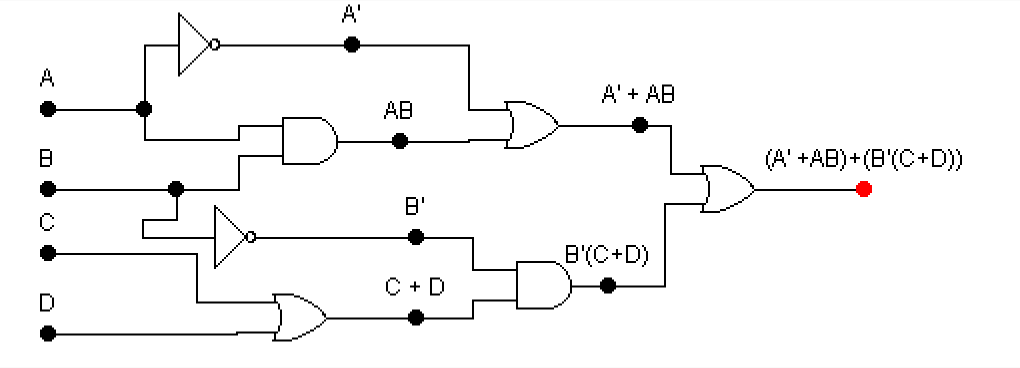







A'
A
A' + AB
AB
B
B'
C
C + D
D


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


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

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

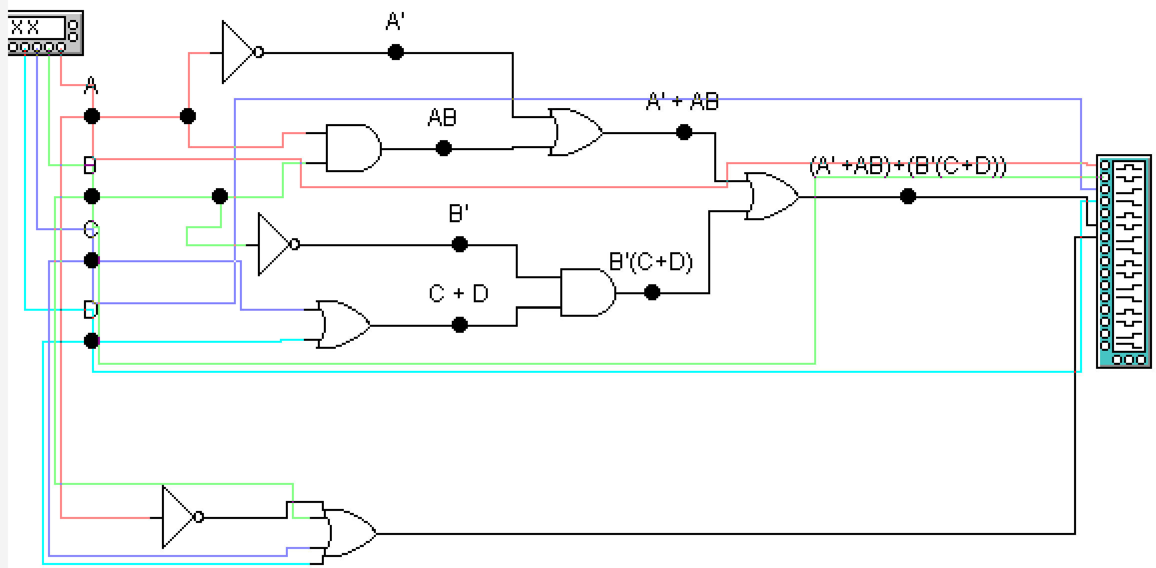
$$X = (\overline{A} + B) + (\overline{B}(C + D))$$

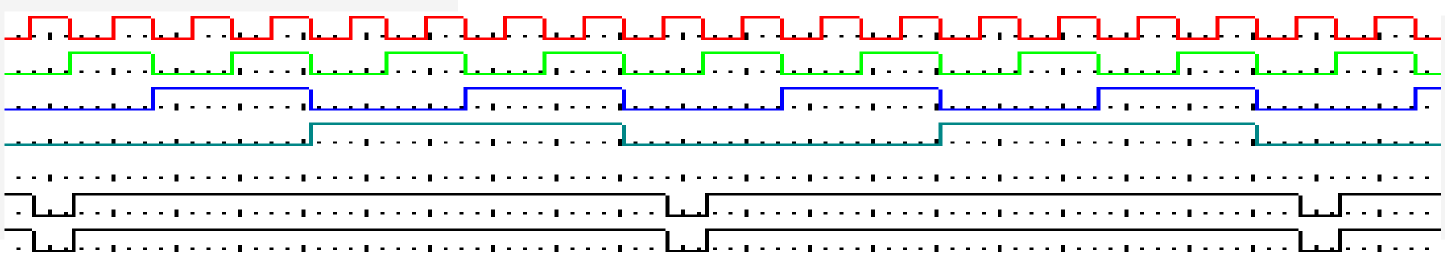
$$X = (\overline{A} + B) + (\overline{B}C + \overline{B}D)$$

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

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

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





Expresiones booleanas desde tablas de verdad

Suma de productos

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

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

Producto de sumas

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

Sumas de Productos (SP)

A	B	C	D	F
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

Sea una función F(ABCD) que sólo es 1 para los casos:
`0011, 1011, 1110 , 1111`

Cuando ABCD=0011, únicamente la expresión producto $\overline{A}\,\overline{B}CD$ es 1.

Cuando ABCD=1011, únicamente la expresión producto $A\overline{B}CD$ es 1

…y así sucesivamente… resultando que

$F= \overline{A}\,\overline{B}CD + A\overline{B}CD + ABC\overline{D} + ABCD \Rightarrow$ F es suma de productos

Productos de Sumas (PS)

A	B	C	D	F
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

Sea una función F(ABCD) que sólo es 0 para los casos:

`0010, 0100, 0111 , 1010 ,1101`

Cuando ABCD=0010, sólo la suma $A+B+\overline{C}+D$ es 0.

Cuando ABCD=0100, sólo la suma $A+\overline{B}+C+D$ es 0, …

…y así sucesivamente…

La función F es 0 (o bien $\overline{F}$ es 1)

cuando ABCD=0010

<u>o</u> cuando ABCD=0100

<u>o</u> cuando ABCD=0111

<u>o</u> cuando ABCD=1010

<u>o</u> cuando ABCD=1101

y en ningún otro caso más.

$$\overline{F}=\overline{A}\,\overline{B}C\overline{D}+\overline{A}B\overline{C}\,\overline{D}+\overline{A}BCD+A\overline{B}C\overline{D}+AB\overline{C}D$$

De Morgan

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

$\Rightarrow$ F es producto de sumas

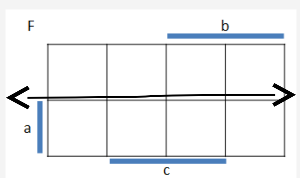
Minimización de funciones lógicas

Mapa de Karnaugh

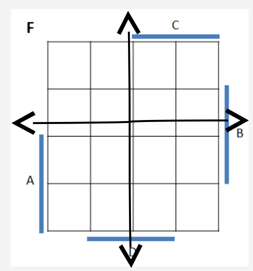
- <u>Se usa</u> para minimizar el número de puertas requeridas en un circuito digital. Es adecuado en vez de usar leyes y propiedades cuando el circuito es grande y/o la función es de entre 3 a 6 variables

- <u>Un MK contiene</u> en la misma tabla de verdad de la función pero dispuesta en dos dimensiones.

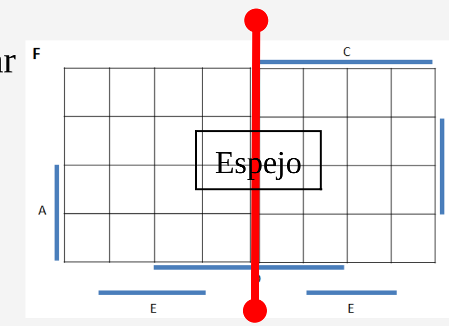
3 var

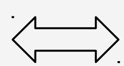
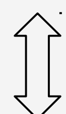


4 var



5 var

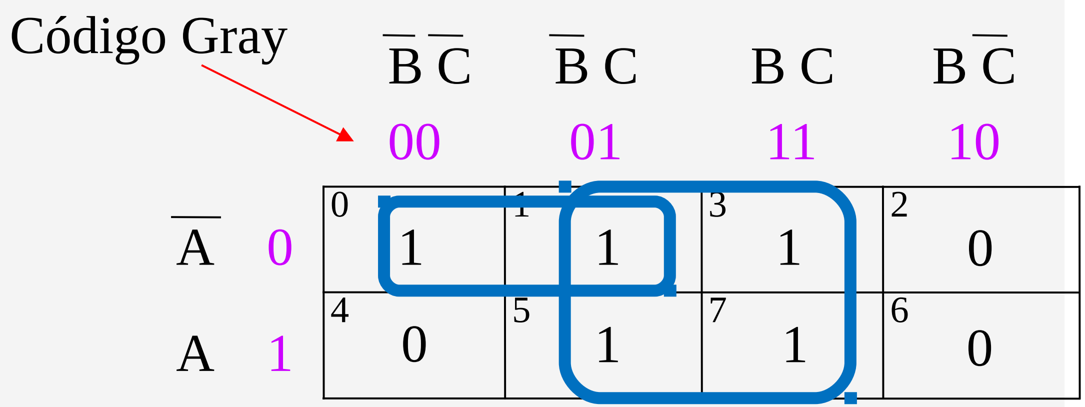


- <u>Celdas adyacentes</u>: En direcciones   y, dependiendo del tamaño del MK, la adyacencia puede existir doblando el mapa sobre sí mismo o mediante reflexión en ejes verticales y horizontales

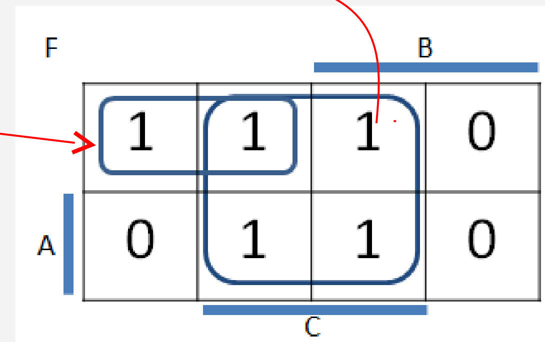
- Emplea un código Gray, que se caracteriza porque entre los códigos consecutivos de celdas adyacentes se diferencian en 1 bit.

Mapas de Karnaugh de 3 variables

A	B	C	F
0	0	0	1
0	0	1	1
0	1	0	0
0	1	1	1
1	0	0	0
1	0	1	1
1	1	0	0
1	1	1	1



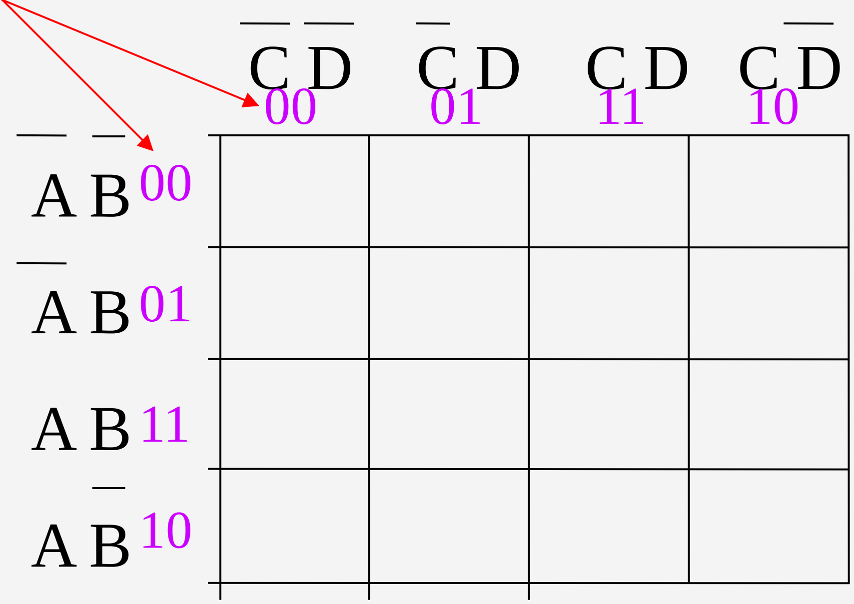
$F = C + \bar{A}\bar{B}$

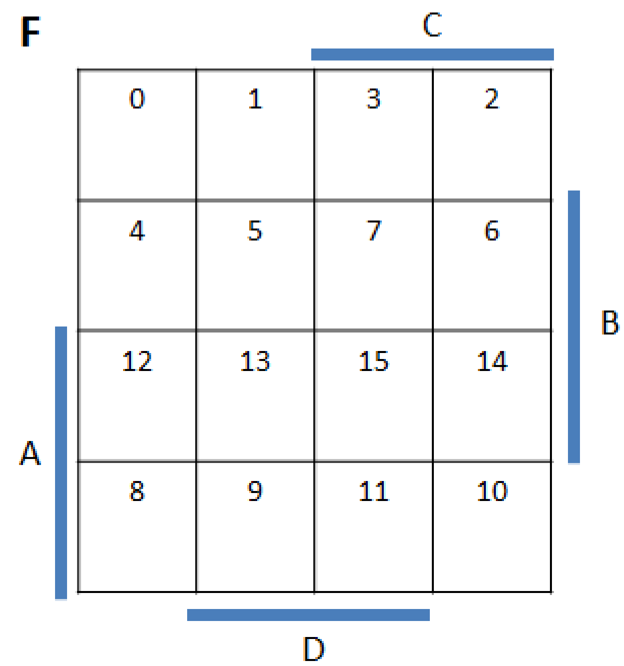


- Una celda a 1 implica a 3 variables
- Dos celdas adyacentes a 1 implican a 2 variables
- Cuatro celdas adyacentes a 1 implican a 1 variable
- Ocho celdas adyacentes a 1 constituyen función de valor 1

Mapa de Karnaugh de 4 variables

Código Gray





- 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

Ejemplo 1.

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

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

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

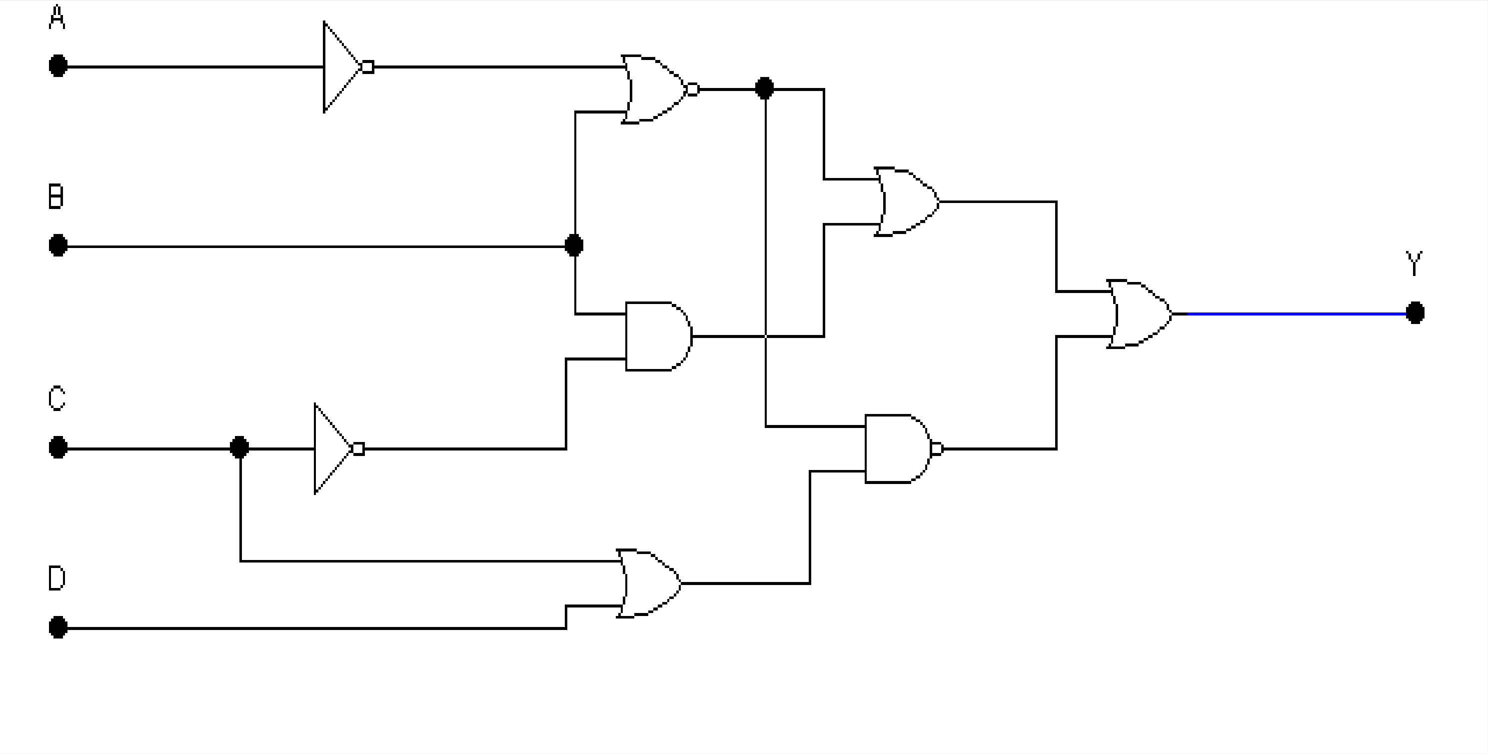
Ejemplo 2.

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

	$\overline{C}\,\overline{D}$ 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		

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

Ejemplo 3. Dado un circuito encontrar otro más sencillo usando Mapas de Karnaugh



Primero lo pasamos a Suma de Productos

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

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

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

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

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

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

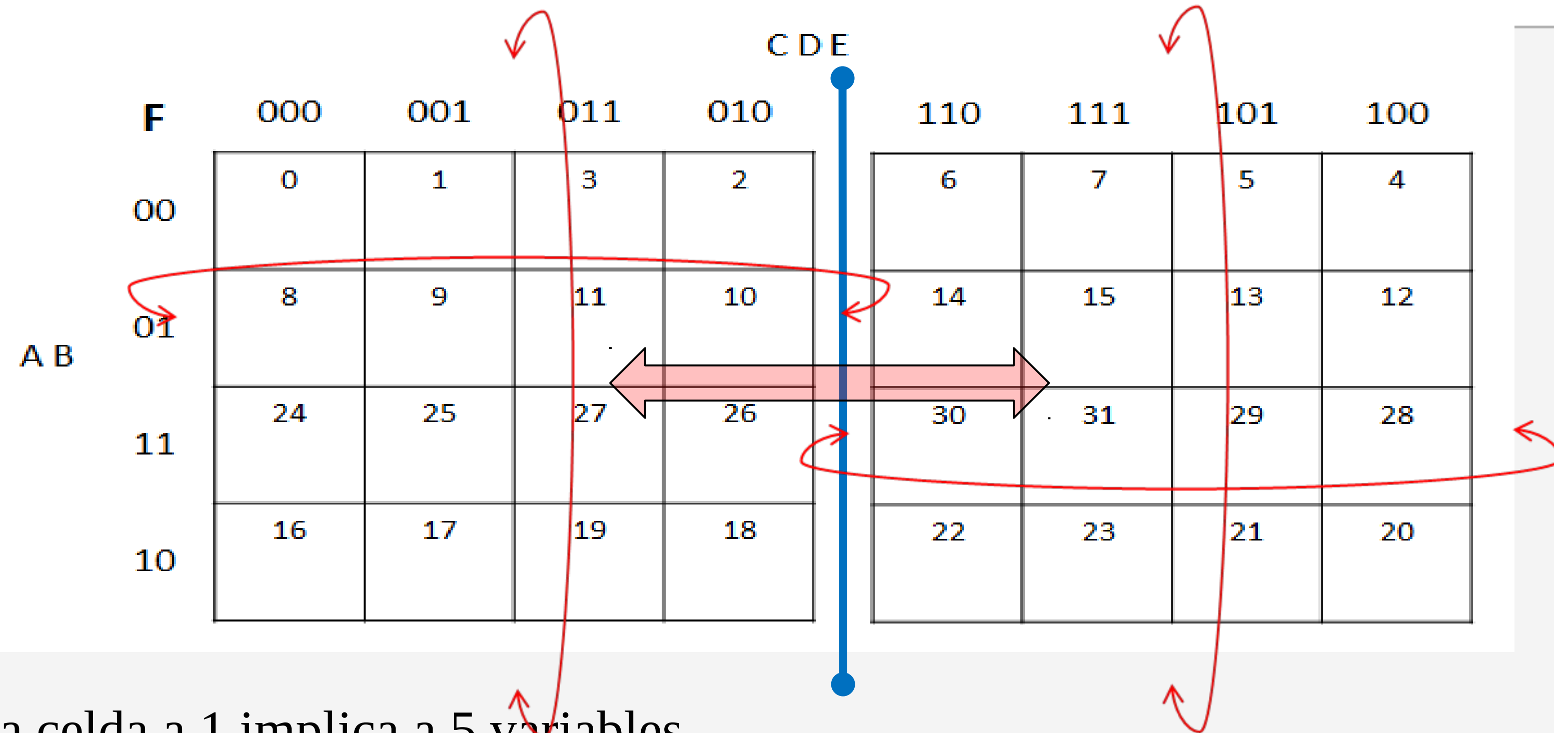
Sacando factor común A (en rojo) y B (en azul), queda

$$Y = A\,\overline{B} + \mathbf{\overline{A}\,(1 + \ldots)} + \mathbf{B(1 + \ldots)} + \overline{C}\,\overline{D} = \overline{A} + \mathbf{\overline{B} + B} + \overline{C}\,\overline{D} = 1$$

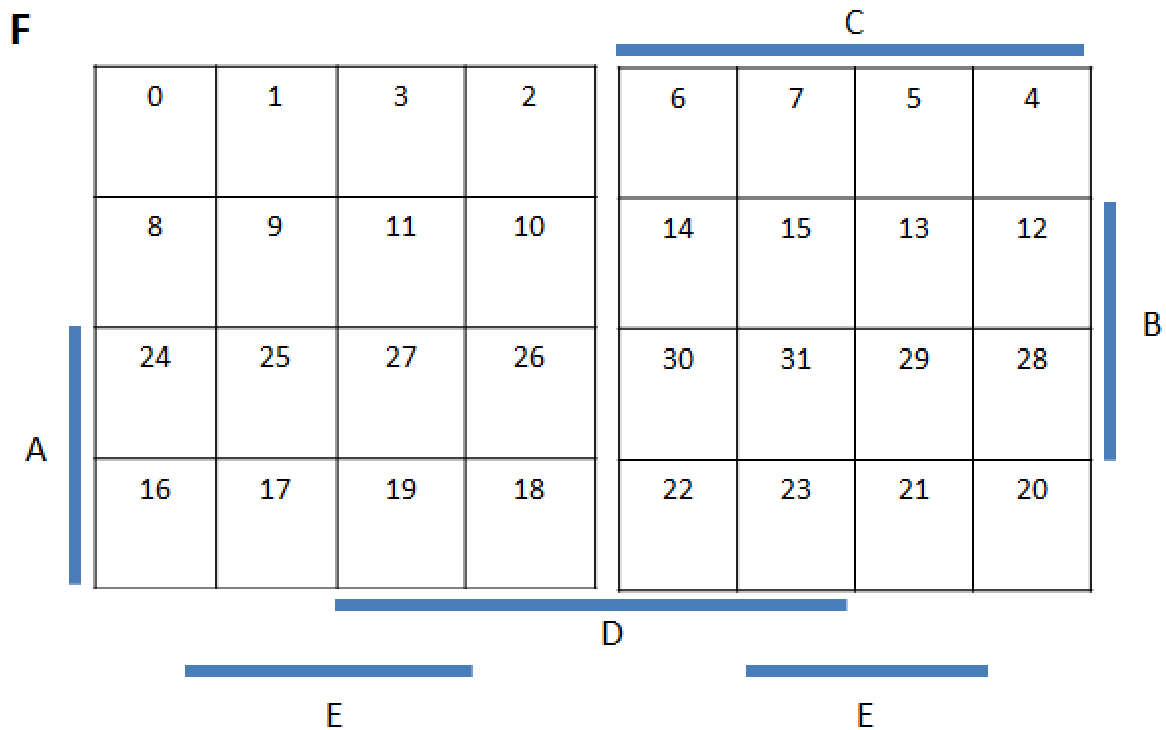
	$\bar{C}\bar{D}$ 00	$\bar{C}D$ 01	CD 11	$C\bar{D}$ 10
$\bar{A}\bar{B}$ 00	1	1	1	1
$\bar{A}B$ 01	1	1	1	1
AB 11	1	1	1	1
$A\bar{B}$ 10	1	1	1	1

$Z = 1$

Mapa de Karnaugh de 5 variables



- Una celda a 1 implica a 5 variables
- Dos celdas adyacentes a 1 implican a 4 variables
- Cuatro celdas adyacentes a 1 implican a 3 variables
- Ocho celdas adyacentes a 1 implican a 2 variables
- Dieciséis celdas adyacentes a 1 implican a 1 variable


F
C
0 1 3 2 6 7 5 4
8 9 11 10 14 15 13 12
24 25 27 26 30 31 29 28
16 17 19 18 22 23 21 20
B
A
D
E
E

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 totalmente contenidas en otras.
- 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.
- 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 (expresión como Suma de Productos)

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:

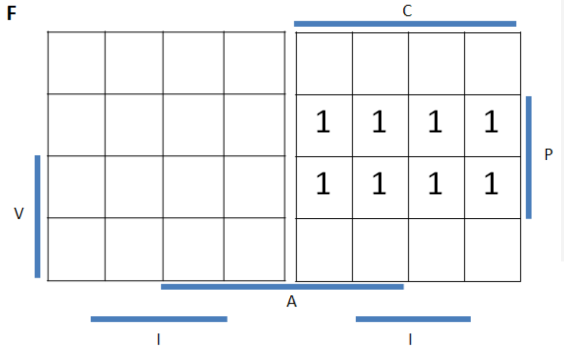
1. La puerta está abierta y la calefacción encendida (P=1, C=1)
2. La puerta está abierta y el aire acondicionado encendido (P=1, A=1)
3. La puerta está abierta con una alarma de proximidad de intruso (P=1, I=1)
4. La ventana está abierta y la calefacción encendida. (V=1, C=1)
5. La ventana está abierta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

Función sistema de alarma F de variables V, P, C, A, I

Rellenando el mapa…(P=1, C=1)

F (V, P, C, A, I)=PC+…

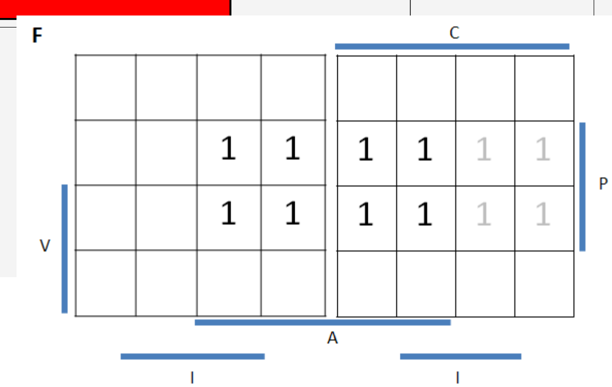
		$\bar{C}\bar{A}\bar{I}$ 000	$\bar{C}\bar{A}I$ 001	$\bar{C}AI$ 011	$\bar{C}A\bar{I}$ 010	$CA\bar{I}$ 110	CAI 111	$C\bar{A}I$ 101	$C\bar{A}\bar{I}$ 100
$\bar{V}\bar{P}$	00								
$\bar{V}P$	01					**1**	**1**	**1**	**1**
VP	11					**1**	**1**	**1**	**1**
$V\bar{P}$	10								



Rellenando el mapa…(P=1, A=1)

F (V, P, C, A, I)=PC+PA+…

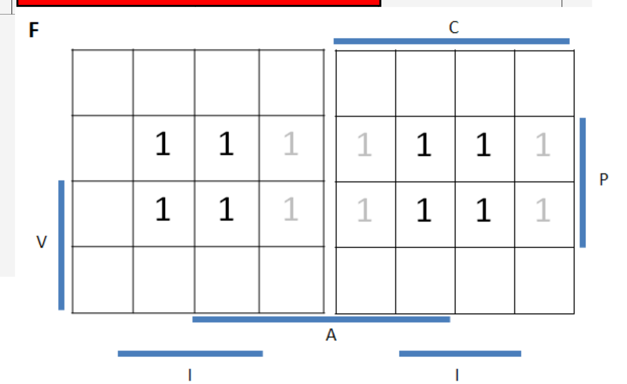
		$\bar{C}\bar{A}\bar{I}$ 000	$\bar{C}\bar{A}I$ 001	$\bar{C}AI$ 011	$\bar{C}A\bar{I}$ 010	$CA\bar{I}$ 110	CAI 111	$C\bar{A}I$ 101	$C\bar{A}\bar{I}$ 100
$\bar{V}\bar{P}$	00								
$\bar{V}P$	01			**1**	**1**	**1**	**1**	1	1
VP	11			**1**	**1**	**1**	**1**	1	1
$V\bar{P}$	10								



Rellenando el mapa…(P=1, I=1)

F (V, P, C, A, I)=PC+PA+PI+…

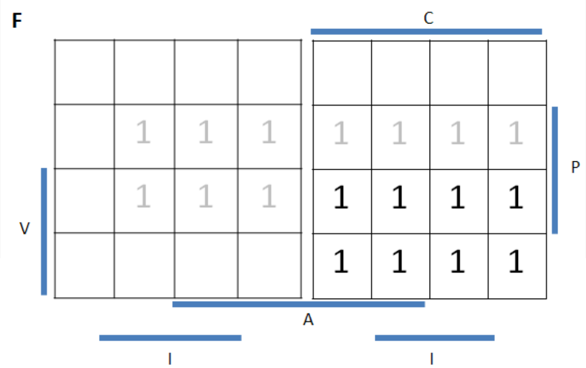
		$\bar{C}\bar{A}\bar{I}$	$\bar{C}\bar{A}I$	$\bar{C}AI$	$\bar{C}A\bar{I}$	$CA\bar{I}$	CAI	$C\bar{A}I$	$C\bar{A}\bar{I}$
		000	001	011	010	110	111	101	100
$\bar{V}\bar{P}$	00								
$\bar{V}P$	01		1	1	1	1	1	1	1
VP	11		1	1	1	1	1	1	1
$V\bar{P}$	10								



Rellenando el mapa…(V=1, C=1)

F (V, P, C, A, I)=PC+PA+PI+VC+…

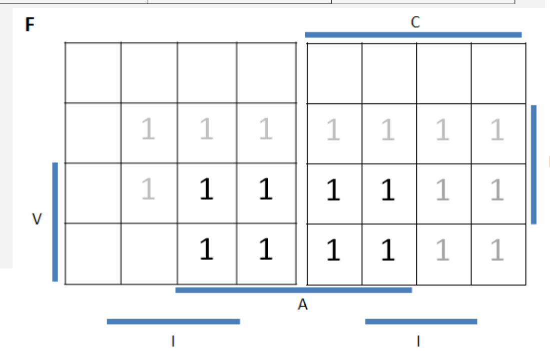
		$\bar{C}\bar{A}\bar{I}$	$\bar{C}\bar{A}I$	$\bar{C}AI$	$\bar{C}A\bar{I}$	$CA\bar{I}$	CAI	$C\bar{A}I$	$C\bar{A}\bar{I}$
		000	001	011	010	110	111	101	100
$\bar{V}\ \bar{P}$	00								
$\bar{V}\ P$	01		1	1	1	1	1	1	1
$V\ P$	11		1	1	1	**1**	**1**	**1**	**1**
$V\ \bar{P}$	10					**1**	**1**	**1**	**1**



Rellenando el mapa…(V=1, A=1)

F (V, P, C, A, I)=PC+PA+PI+VC+VA+…

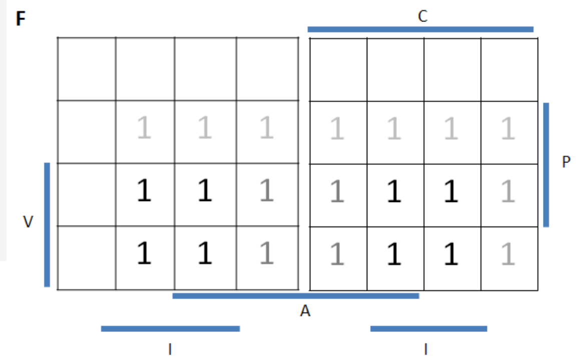
	$\bar{C}\bar{A}\bar{I}$ 000	$\bar{C}\bar{A}I$ 001	$\bar{C}AI$ 011	$\bar{C}A\bar{I}$ 010	$CA\bar{I}$ 110	CAI 111	$C\bar{A}I$ 101	$C\bar{A}\bar{I}$ 100
$\bar{V}\ \bar{P}$ 00								
$\bar{V}\ P$ 01		1	1	1	1	1	1	1
$V\ P$ 11		1	**1**	**1**	**1**	**1**	1	1
$V\ \bar{P}$ 10			**1**	**1**	**1**	**1**	1	1



Rellenando el mapa…(V=1, I=1)

F (V, P, C, A, I)=PC+PA+PI+VC+VA+VI

	$\bar{C}\bar{A}\bar{I}$ 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



Podemos agrupar así…

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

$$F = P\,A + V\,A + P\,C + V\,C + P\,I + V\,I$$

¿Cuántos chips necesito para esto?

O usando los ceros…

	$\bar{C}\bar{A}\bar{I}$ 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	0	0	0	0	0	0	0	0
$\bar{V}\,P$ 01	0	1	1	1	1	1	1	1
$V\,P$ 11	0	1	1	1	1	1	1	1
$V\,\bar{P}$ 10	0	1	1	1	1	1	1	1

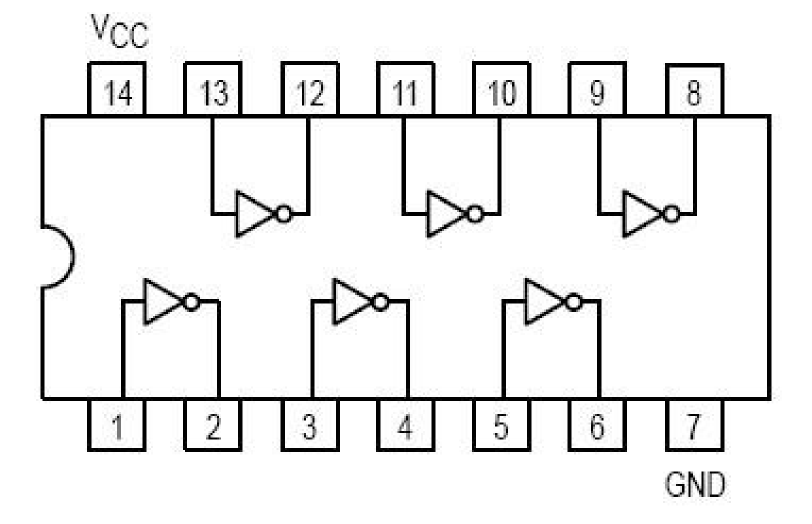
$$\bar{F} = \bar{C}\,\bar{A}\,\bar{I} + \bar{V}\,\bar{P}$$

Sólo dos chips

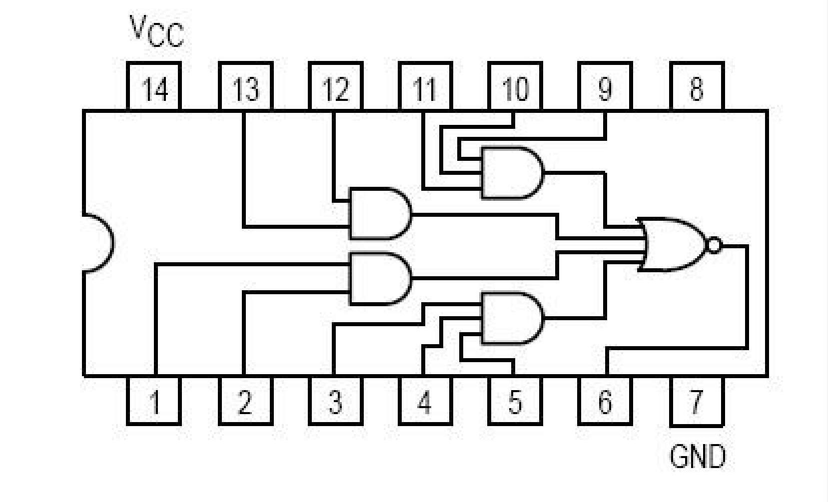
$$F = \overline{\bar{C}\,\bar{A}\,\bar{I} + \bar{V}\,\bar{P}}$$

Patillaje de los circuitos 7404 y 7454

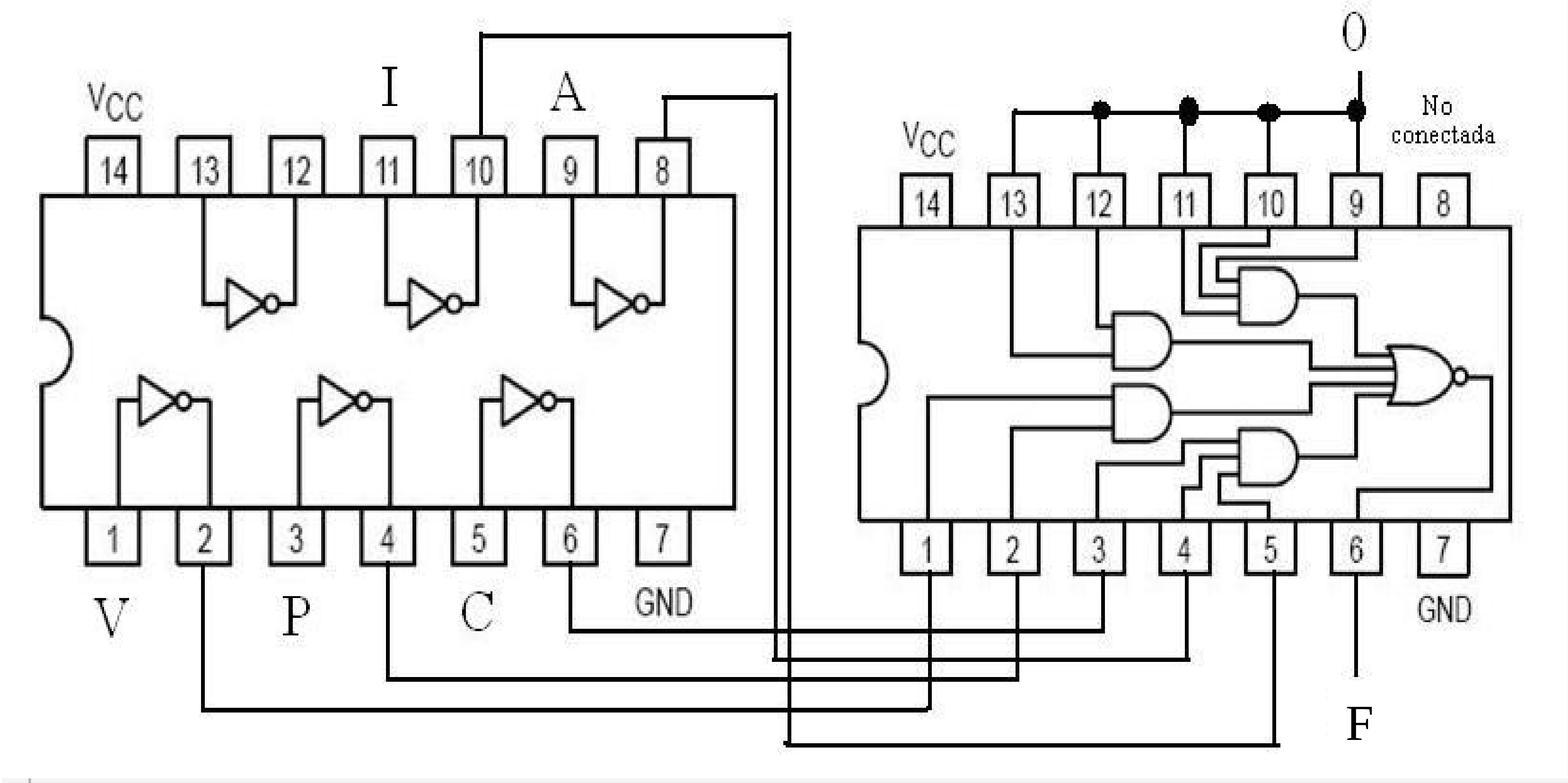
7404



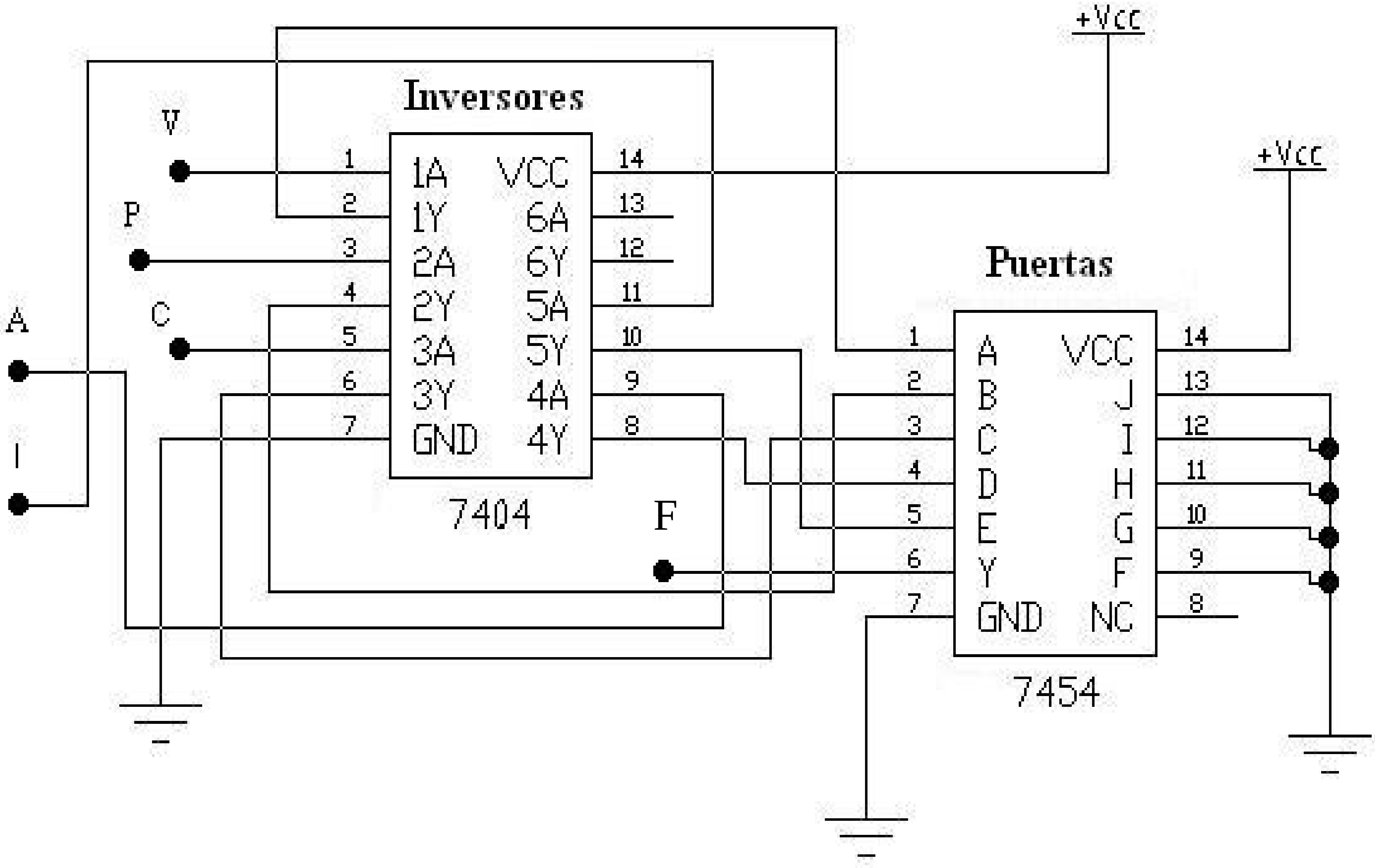
7454



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 del Tema 5