

## Ejercicios de Electrónica Digital. PAU 2002 a 2009

1. En un determinado proceso industrial se verifica la calidad de unas piezas metálicas. Las piezas pasan a través de tres sensores que determinan el estado de las mismas. Si al menos dos sensores detectan defectos en las mismas serán desechadas.
  - a) Escriba la tabla de verdad de la función de salida del detector de piezas defectuosas.
  - b) Simplifique la función lógica mediante el método de Karnaugh.
  - c) Implemente el circuito con puertas lógicas universales NAND.
2. Se pretende diseñar un circuito combinacional de cuatro bits de entrada, que detecte cuándo están activos los pesos  $2^3$  y  $2^0$  de la combinación.
  - a) Escriba la tabla de verdad de la función lógica de salida.
  - b) Simplifique la función lógica mediante el método de Karnaugh.
  - c) Implemente el circuito con puertas lógicas universales NOR.
3. Se pretende diseñar un sistema de control de apertura automática de una puerta de un garaje de una nave industrial para vehículos pesados. Dicha apertura depende de tres sensores. El primero detecta la presencia de un vehículo, el segundo la altura del mismo y el tercero su peso. Un "1" en el sensor de presencia indica que hay un vehículo; un "1" en el sensor de altura indica que el vehículo excede los dos metros de altura; un "1" en el sensor de peso indica que el vehículo supera las dos toneladas. La puerta sólo se debe abrir cuando haya un vehículo esperando que además supere las dos toneladas de peso.
  - a) Calcule la función lógica de salida del sistema de control de apertura de la puerta.
  - b) Simplifique la función lógica mediante el método de Karnaugh.
  - c) Implemente el circuito con puertas lógicas universales.
4. Se pretende construir un circuito combinacional de control de paro automático del motor de un ascensor de un edificio. El funcionamiento del motor depende de 4 variables. En primer lugar, de que la puerta del ascensor esté abierta o cerrada (A); en segundo lugar, del peso de las personas que suben al ascensor (P); en tercer lugar, de que alguna de las persona haya pulsado los pulsadores de las distintas plantas (B); y por último, de la temperatura del motor (T). El motor se parará automáticamente siempre que la puerta del ascensor esté abierta, o bien se sobrepase el peso máximo, que es de 800 kg. T → Temperatura; P → peso; A → puerta; B → pulsador de planta
  - a) Calcule la función lógica de salida de paro automático del motor del ascensor.
  - b) Simplifique la función lógica mediante el método de Karnaugh.
  - c) Implemente el circuito con puertas lógicas universales NAND.
5. Diseñe un circuito digital de control, que compare a la entrada dos palabras binarias de 2 bits (ab y cd), de manera que cuando la combinación binaria formada por los bits ab, sea menor que la combinación binaria formada por los bits cd, la salida sea 1.
  - a) Calcule la función lógica de salida.
  - b) Simplifique la función lógica mediante el método de Karnaugh.
  - c) Implemente el circuito con puertas lógicas universales NAND.
6. La apertura y cierre del tejado de un invernadero de flores de decoración depende del estado de 4 sensores que controlan la temperatura (T), la velocidad del viento (V), la presión atmosférica (P) y la humedad del ambiente (H). El cierre se producirá de manera automática cuando se active un motor controlado por la señal de salida del circuito de control que queremos diseñar. Dicha señal de salida pondrá en funcionamiento el motor siempre y cuando se produzca alguna de las siguientes condiciones climatológicas: T ACTIVO → La temperatura ambiente supera los 30° C; V ACTIVO → Velocidad del viento superior a los 50 Km/h; H ACTIVO → Humedad inferior al 40 %.
  - a) Calcule la función lógica de salida del circuito que activa el motor de cierre.
  - b) Simplifique la función lógica mediante el método de Karnaugh.

c) Implemente el circuito con puertas lógicas universales NAND ó NOR.

7. Diseñe un circuito digital de control, que compare a la entrada dos palabras binarias de 2 bits (ab y cd), de manera que cuando la combinación binaria formada por los bits ab, sea mayor que la combinación binaria formada por los bits cd, la salida sea 1.

- Calcule la función lógica de salida.
- Simplifique la función lógica mediante el método de Karnaugh.
- Implemente el circuito con puertas lógicas universales NAND.

8. Un sistema de control admite una combinación de entrada de 4 bits (a, b, c y d). A la salida, el circuito combinacional debe detectar cuándo están activos los pesos 20 ó 22 de la combinación digital de entrada.

- Calcule la función lógica de salida.
- Simplifique la función lógica mediante el método de Karnaugh.
- Implemente el circuito con puertas lógicas universales NAND ó NOR.

9. Se desea diseñar el circuito de control de la señal de alarma de evacuación de una planta industrial de montaje. Para ello se dispone de tres sensores: un sensor de incendio (A), un sensor de humedad (B) y un sensor de presión (C). Los materiales con los que se trabaja en la planta de montaje son inflamables y sólo toleran unos niveles máximos de presión y humedad de forma conjunta. La señal de alarma se debe activar cuando exista riesgo de incendio o cuando se superen conjuntamente los niveles máximos de presión y humedad.

- Obtenga la tabla de verdad y la función lógica.
- Simplifique la función obtenida utilizando el mapa de Karnaugh.
- Implemente la función simplificada con puertas lógicas universales NAND de dos entradas.

10. Se desea diseñar el circuito de control de activación de un motor de una máquina trituradora. En la máquina existen tres sensores de llenado A, B, C. El motor entrará en funcionamiento cuando se activen conjunta o individualmente los sensores B y C.

- Obtenga la tabla de verdad y la función lógica.
- Simplifique la función obtenida utilizando el mapa de Karnaugh.
- Implemente la función simplificada con puertas lógicas universales NAND de dos entradas.

11. Se quiere diseñar un circuito combinacional de tres variables (A, B, C) cuya salida toma el valor lógico 1, si el número de variables de entrada a nivel lógico 1 es mayor que las que están a nivel lógico 0.

- Obtenga la tabla de verdad y la función lógica.
- Simplifique la función obtenida utilizando el mapa de Karnaugh.
- Implemente la función simplificada con puertas lógicas NAND.

12. El sistema de disparo (apagado del reactor) de una central nuclear está controlado por cuatro señales: una de disparo manual del reactor (A), y otras tres de disparo automático (B, C, D). El sistema se activará siempre que se produzca disparo manual o cuando al menos dos de las señales de disparo automático se activen.

- Obtenga la tabla de verdad y la función lógica.
- Simplifique la función obtenida utilizando el mapa de Karnaugh.
- Implemente la función simplificada con puertas lógicas NAND.

13. Un circuito combinacional de control posee tres entradas E1, E2 y E3 y una salida S. El circuito responde con un "1" lógico a la salida cuando las entradas E1 y E3 sean "1" ó cuando las entradas E2 y E3 tomen el valor "0". Se pide:

- La tabla de verdad del circuito y su función lógica.
- Simplificación de la función lógica obtenida mediante el método de Karnaugh.
- Implementación del circuito con puertas lógicas NAND de dos entradas.

14. En un control de calidad de un proceso industrial, las piezas acabadas se verifican de cuatro en cuatro. El proceso está diseñado para que si al menos tres de las cuatro piezas están defectuosas se dispare una señal de alarma.

- Obtenga la tabla de verdad de aceptación de una decisión.
- Simplifique la función lógica obtenida mediante el método de Karnaugh.
- Implemente el circuito con puertas lógicas de dos entradas.

15. Diseñe un circuito que detecte el estado de un contador de tres variables (A, B y C). El circuito debe activarse cuando el número presente en la salida esté comprendido entre 2 y 6 ambos inclusive.

- Obtenga la tabla de verdad del circuito así como la función lógica booleana.
- Simplifique la función lógica utilizando el mapa de Karnaugh.
- Implemente del circuito con puertas lógicas NOR.

16. Un circuito digital consta de cuatro entradas (a, b, c y d) y una salida F. Esta salida tomará el valor lógico "1" cuando existan mayoría de ceros en las cuatro entradas. Se pide:

- Obtener la tabla de verdad y la función lógica del circuito.
- Simplificar la función lógica mediante el método de Karnaugh.
- Implementar el circuito con puertas lógicas universales.

17. Diseñar un circuito comparador de palabras de 2 bits (AB y CD). La función de salida será "1" si la palabra AB es mayor que CD. Se pide:

- Tabla de verdad del circuito.
- Simplificación de la función lógica obtenida mediante el método de Karnaugh.
- Implementación del circuito con puertas lógicas NAND.

18. En una empresa los directivos de la misma poseen todas las acciones, que se distribuyen de la siguiente manera:

- Director (A): 45% de las acciones
- Vicedirector (B): 30% de las acciones
- Secretario (C): 15% de las acciones
- Jefe de ventas (D): 10 % de las acciones

Para aprobar una determinada decisión la suma de los votos de los directivos de la empresa debe ser superior a un 50 %. Se pide:

- Obtener la tabla de verdad de aceptación de una decisión.
- Simplificación de la función lógica obtenida mediante el método de Karnaugh.
- Implementar el circuito con puertas lógicas.

19. Se quiere diseñar un detector de error de una señal de un semáforo de circulación de tres lámparas. Se considera error cuando se produce alguno de los siguientes casos:

- Las tres lámparas encendidas o apagadas
- Las lámparas roja y verde encendidas
- Las lámparas roja y amarilla encendidas

Se pide:

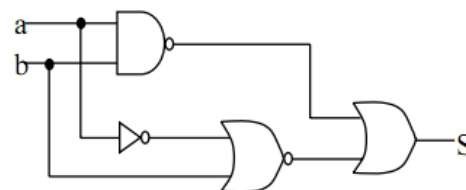
- Tabla de verdad del detector de error y su función lógica.
- Simplificación de la función lógica obtenida mediante el método de Karnaugh.
- Implementación del circuito mediante puertas lógicas.

20. Se pretende diseñar un circuito combinacional que detecte los meses del año que tengan más de 30 días. Para ello el circuito dispone de 4 entradas (a, b, c y d) para codificar en binario el mes en cuestión, empezando por 0001 (enero). Tanto la combinación 0000 así como las que sean mayores a 12 - diciembre- tendrán una salida indiferente - X-, que podrá tomarse como "0" ó "1" según convenga. Se pide:

- Tabla de verdad del circuito.
- Simplificación de la función lógica mediante el método de Karnaugh.
- Implementación del circuito con puertas lógicas.

21. Analice el circuito de la figura para obtener:

- La ecuación de la función que representa.
- La tabla de verdad.
- La implementación de la función simplificada.



22. a) Simplifique, mediante un diagrama de Karnaugh, la función booleana  $F = abc + \bar{a}bc + \bar{a}\bar{b}c + \bar{a}b\bar{c} + \bar{a}\bar{b}\bar{c}$
- Implemente la función simplificada sólo con puertas NOR de dos entradas.
  - Implemente la función simplificada sólo con puertas NAND de dos entradas.

23. Se pretende diseñar un circuito constituido por tres pulsadores a, b, c y una lámpara que funcione de forma que ésta se encienda cuando se pulsen los tres pulsadores a la vez o uno cualquiera solamente.

- Construya la tabla de verdad.
- Obtenga la función simplificada en forma de suma de productos (minterms o primera forma canónica).
- Implemente el circuito utilizando puertas lógicas de dos entradas e inversores.

24. Se pretende diseñar un circuito de cuatro variables (a, b, c y d) que tome el valor lógico 1 cuando el número de variables de entrada en estado 1 sea mayor o igual que el de las que están en estado cero.

- Construya la tabla de verdad del circuito.
- Obtenga la función simplificada en forma de suma de productos (minterms o primera forma canónica).
- Implemente el circuito utilizando puertas NAND.

25. a) Obtenga la expresión en código BCD del número 500.6.  
 b) Obtenga la suma binaria de  $543_{10}$  más  $226_{10}$ .  
 c) ¿Qué tipo de puerta se debe emplear en un sistema de mando para evitar que se produzca una señal contradictoria al pulsar dos botones a la vez?. Indique su tabla de verdad.  
 d) Explique el funcionamiento de un multiplexador.

26. a) Escriba la expresión booleana no simplificada en forma de producto de sumas (maxterms) para la tabla de verdad de la figura.  
 b) Simplifique la función booleana obtenida mediante un diagrama de Karnaugh.  
 c) Dibuje el circuito lógico de la función simplificada que ha obtenido utilizando puertas básicas de dos entradas

Entradas				Salida	Entradas				Salida
A	B	C	D	S	A	B	C	D	S
0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
0	0	0	1	0	1	0	0	1	1
0	0	1	0	0	1	0	1	0	0
0	0	1	1	1	1	0	1	1	1
0	1	0	0	1	1	1	0	0	1
0	1	0	1	1	1	1	0	1	1
0	1	1	0	1	1	1	1	0	1
0	1	1	1	1	1	1	1	1	1

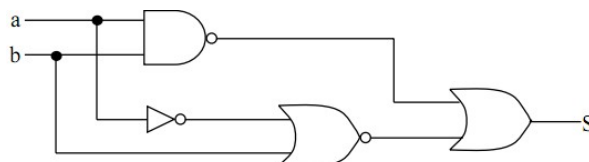
27. a) Simplifique, mediante un diagrama de Karnaugh, la función booleana  $F = ab + ac + \bar{a}\bar{b}c + \bar{a}\bar{b}$

Implemente la función simplificada

- Sólo con puertas NOR de dos entradas.
- Sólo con puertas NAND de dos entradas.

28. Analice el circuito de la figura para obtener:

- La ecuación de la función que representa.
- La tabla de verdad
- La implementación de la función simplificada.



## PROBLEMAS RESUELTOS

### Problema 1

a) Simplificar por el método de Karnaugh la siguiente expresión:

$$S = \bar{c} \cdot d + a \cdot \bar{b} \cdot c \cdot \bar{d} + a \cdot \bar{b} \cdot \bar{c} \cdot \bar{d} + a \cdot b \cdot \bar{c} \cdot \bar{d} + b \cdot c \cdot d$$

b) Dibujar un circuito que realice dicha función con puertas lógicas

(Selectividad andaluza)

a. Obtenemos la expresión canónica y realizamos el mapa de Karnaugh para cuatro variables

$$S = \bar{c} \cdot d + a \cdot \bar{b} \cdot c \cdot \bar{d} + a \cdot \bar{b} \cdot \bar{c} \cdot \bar{d} + a \cdot b \cdot \bar{c} \cdot \bar{d} + b \cdot c \cdot d$$

$$S = \bar{c} \cdot d \cdot (a + \bar{a}) \cdot (b + \bar{b}) + a \cdot \bar{b} \cdot c \cdot \bar{d} + a \cdot \bar{b} \cdot \bar{c} \cdot \bar{d} + a \cdot b \cdot \bar{c} \cdot \bar{d} + b \cdot c \cdot d \cdot (a + \bar{a})$$

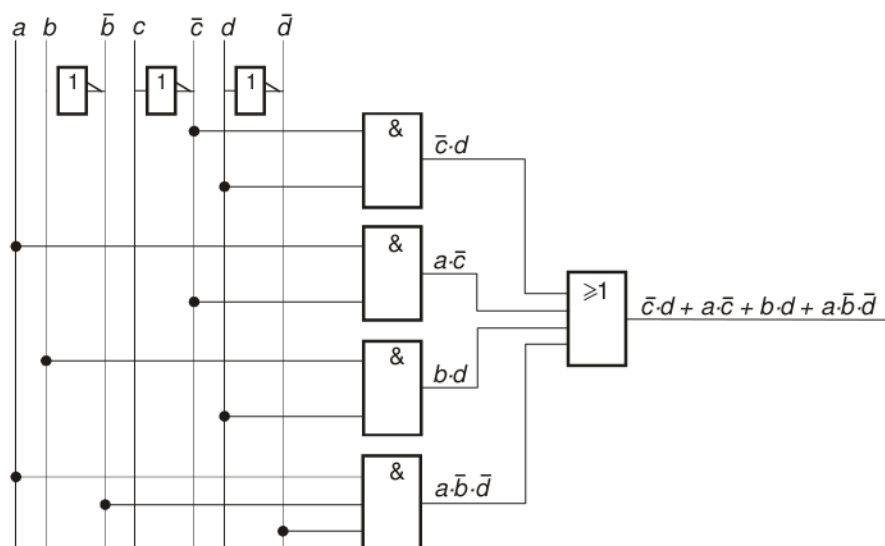
$$S = a \cdot b \cdot \bar{c} \cdot d + \bar{a} \cdot b \cdot \bar{c} \cdot d + a \cdot \bar{b} \cdot \bar{c} \cdot d + \bar{a} \cdot \bar{b} \cdot \bar{c} \cdot d + a \cdot \bar{b} \cdot c \cdot \bar{d} + a \cdot \bar{b} \cdot \bar{c} \cdot \bar{d} + a \cdot b \cdot c \cdot \bar{d} + \bar{a} \cdot b \cdot c \cdot d + a \cdot b \cdot c \cdot d$$

$cd$	00	01	11	10
$ab$				
00		1		
01		1	1	
11	1	1	1	
10	1	1		1

b. La función simplificada es

$$S = \bar{c} \cdot d + a \cdot \bar{c} + b \cdot d + a \cdot \bar{b} \cdot \bar{d}$$

y su circuito



### Problema 2

**Simplificar la siguiente función y obtener su circuito electrónico con el menor número de puertas:**

$$F = \bar{a} \cdot \bar{b} \cdot c + (a + b) \cdot c$$

(Selectividad andaluza)

Obtenemos la expresión canónica y la simplificamos por el método de Karnaugh

$$F = \bar{a} \cdot \bar{b} \cdot c + a \cdot c + b \cdot c$$

$$F = \bar{a} \cdot \bar{b} \cdot c + a \cdot c (b + \bar{b}) + b \cdot c (a + \bar{a})$$

$$F = \bar{a} \cdot \bar{b} \cdot c + a \cdot b \cdot c + a \cdot \bar{b} \cdot c + a \cdot b \cdot c + \bar{a} \cdot b \cdot c$$

Como  $a \cdot b \cdot c + a \cdot b \cdot c = a \cdot b \cdot c$

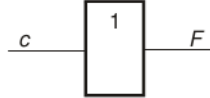
la función canónica queda  $F = \bar{a} \cdot \bar{b} \cdot c + a \cdot b \cdot c + a \cdot \bar{b} \cdot c + \bar{a} \cdot b \cdot c$

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

La función obtenida es

$$F = c$$

y el circuito



### Problema 3

Dada la siguiente función:

$$S = \bar{a} \cdot \bar{b} + \bar{a} \cdot \bar{c} + a \cdot \bar{b} \cdot \bar{c} + \bar{a} \cdot b$$

- Obtenga su forma canónica como suma de productos lógicos.
- Obtenga su expresión más significativa.
- Realice la función empleando sólo puertas NAND.

(Propuesto Andalucía 96/97)

- a. Obtenemos su función canónica como suma de productos

$$S = \bar{a} \cdot \bar{b} + \bar{a} \cdot \bar{c} + a \cdot \bar{b} \cdot \bar{c} + \bar{a} \cdot b$$

$$S = \bar{a} \cdot \bar{b} \cdot (c + \bar{c}) + \bar{a} \cdot \bar{c} \cdot (b + \bar{b}) + a \cdot \bar{b} \cdot \bar{c} + \bar{a} \cdot b \cdot (c + \bar{c})$$

$$S = \bar{a} \cdot \bar{b} \cdot c + \bar{a} \cdot \bar{b} \cdot \bar{c} + \bar{a} \cdot b \cdot \bar{c} + \bar{a} \cdot \bar{b} \cdot \bar{c} + a \cdot \bar{b} \cdot \bar{c} + \bar{a} \cdot b \cdot c + \bar{a} \cdot b \cdot \bar{c}$$

$$S = \bar{a} \cdot \bar{b} \cdot c + \bar{a} \cdot \bar{b} \cdot \bar{c} + \bar{a} \cdot b \cdot \bar{c} + a \cdot \bar{b} \cdot \bar{c} + \bar{a} \cdot b \cdot c$$

- b. Situamos los términos de la función sobre la cuadrícula para tres variables y simplificamos la función por Karnaugh

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

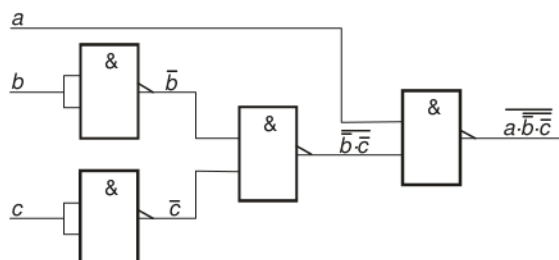
La función obtenida es

$$S = \bar{a} + \bar{b} \cdot \bar{c}$$

- c. Transformamos la función para ser realizada con puertas NAND

$$S = \bar{a} + \bar{b} \cdot \bar{c} = \overline{\overline{\bar{a} + \bar{b} \cdot \bar{c}}} = \overline{\overline{\bar{a}} \cdot \overline{\bar{b} \cdot \bar{c}}} = \overline{\bar{a}} \cdot \overline{\bar{b} \cdot \bar{c}} = a \cdot \overline{\bar{b} \cdot \bar{c}}$$

y el circuito que obtenemos



#### Problema 4

Diseñar un circuito electrónico que cumpla la siguiente tabla de verdad para la función  $F(a, b, c)$  con el menor número de puertas lógicas.

$a$	$b$	$c$	$F$
0	0	0	0
0	0	1	1
0	1	0	1
0	1	1	0
1	0	0	0
1	0	1	1
1	1	0	0
1	1	1	1

(Selectividad andaluza)

Situamos los términos que hacen verdadera la función sobre la cuadrícula de tres variables para simplificar por el método de Karnaugh

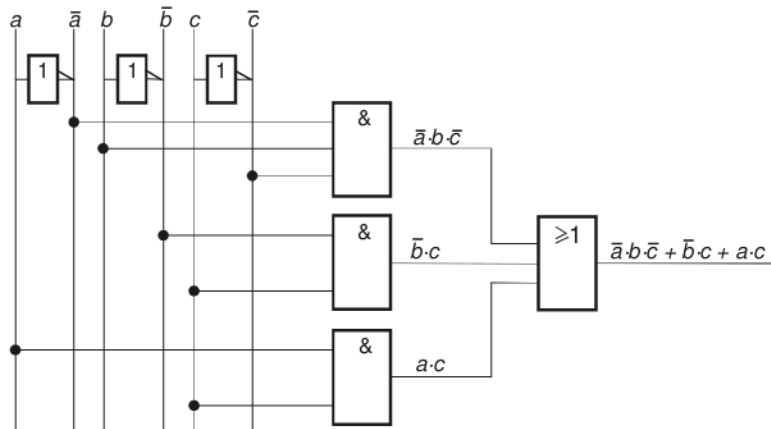
$bc$	00	01	11	10
$a$				
0		1		1
1		1	1	

La función obtenida es

$$F = \bar{a} \cdot b \cdot \bar{c} + \bar{b} \cdot c + a \cdot c$$

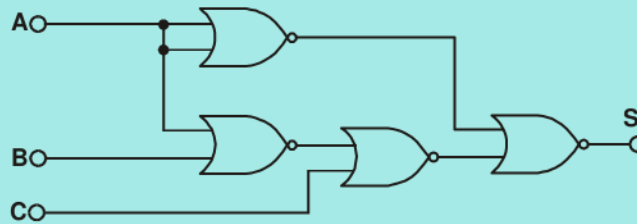


y su circuito



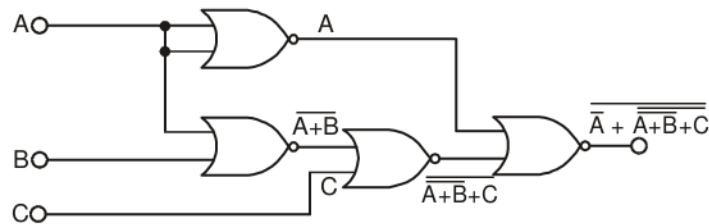
### Problema 5

Dado el siguiente esquema, obtenga la función de salida (S) y simplifíquela.



(Propuesto Andalucía 97/98)

Sobre el circuito vamos obteniendo las operaciones efectuadas a través de las puertas, hasta llegar a la salida



Obtenida la función la simplificamos algebraicamente

$$\begin{aligned}
 S &= \overline{\overline{\overline{\overline{\overline{A} + A + B + C}}} = \overline{\overline{\overline{\overline{A} \cdot A + B + C}}} = \overline{\overline{\overline{A} \cdot (A + B + C)}} = \\
 &= \overline{\overline{\overline{A} \cdot (\overline{A} \cdot \overline{B} + C)}} = \overline{\overline{\overline{A} \cdot \overline{A} \cdot \overline{B} + A \cdot C}} = \overline{\overline{A \cdot C}} = A \cdot C
 \end{aligned}$$

**Problema 6**

Un motor eléctrico puede girar en ambos sentidos por medio de dos contactores: "D" para el giro a derecha y "I" para el giro a izquierda. Estos dos contactores son comandados por dos pulsadores de giro "d" (derecha) e "i" (izquierda) y un interruptor de selección "L" de acuerdo con las siguientes condiciones:

- Si sólo se pulsa uno de los dos botones de giro, el motor gira en el sentido correspondiente.
- Si se pulsan los dos botones de giro simultáneamente, el sentido de giro depende del estado del interruptor "L" de forma que,
  - Si "L" está activado, el motor gira a la derecha.
  - Si "L" está en reposo, el motor gira a la izquierda.

Establecer :

- La tabla de verdad.
- Las funciones lógicas *D* e *I* y simplificarlas.
- Su circuito lógico mediante puertas.

(Selectividad andaluza)

- a. Realizamos la tabla de verdad contemplando las dos salidas

<i>d</i>	<i>i</i>	<i>L</i>	<i>D</i>	<i>I</i>
0	0	0	0	0
0	0	1	0	0
0	1	0	0	1
0	1	1	0	1
1	0	0	1	0
1	0	1	1	0
1	1	0	0	1
1	1	1	1	0

- b. De las funciones deducidas de la tabla, situamos sus términos sobre las cuadrículas correspondientes de tres variables y las simplificamos por Karnaugh

$$D = d \cdot \bar{i} \cdot \bar{L} + d \cdot \bar{i} \cdot L + d \cdot i \cdot L$$

$\frac{iL}{d}$	00	01	11	10
0				
1	1	1	1	

$$D = d \cdot \bar{i} + d \cdot L$$

$$D = d \cdot (\bar{i} + L)$$

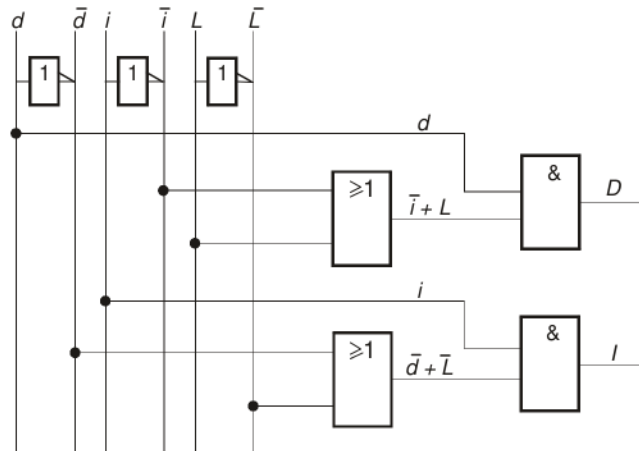
$$I = \bar{d} \cdot i \cdot \bar{L} + \bar{d} \cdot i \cdot L + d \cdot i \cdot \bar{L}$$

$\frac{iL}{d}$	00	01	11	10
0			1	1
1				1

$$I = \bar{d} \cdot i + i \cdot \bar{L}$$

$$I = i \cdot (\bar{d} + \bar{L})$$

c. El circuito será



### Problema 7

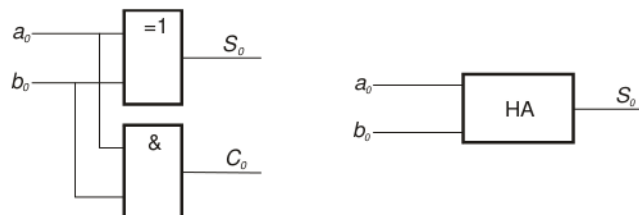
Diseñe un circuito combinacional que realice la suma aritmética de dos números binarios, uno de un bit y otro de dos bits, y cuyo resultado también esté dado en binario. Represente el circuito mediante puertas lógicas.

(Propuesto Andalucía 97/98)

La suma de los dos números sería  $S = a_0 + b_1b_0$

Tendríamos que sumar órdenes iguales, por lo que haríamos  $S_0 = a_0 + b_0$  que podría dar un acarreo  $C_0$

$a_0$	$b_0$	$S_0$	$C_0$
0	0	0	0
0	1	1	0
1	0	1	0
1	1	0	1

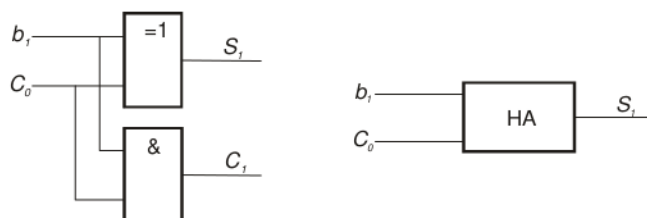


$$S_0 = \bar{a}_0 \cdot b_0 + a_0 \cdot \bar{b}_0 = a_0 \oplus b_0$$

$$C_0 = a_0 \cdot b_0$$

El acarreo  $C_0$  se tendrá que sumar con el orden superior del número de dos bits, de la forma  $S_1 = b_1 + C_0$ , y podría dar un acarreo  $C_1$

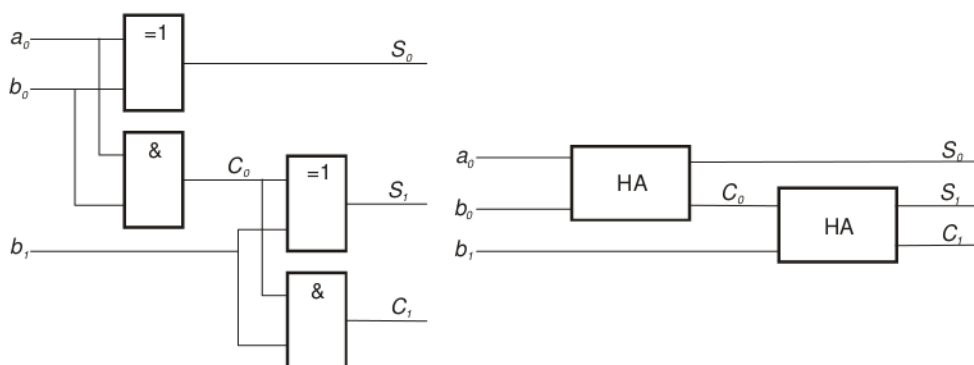
$b_1$	$C_0$	$S_1$	$C_1$
0	0	0	0
0	1	1	0
1	0	1	0
1	1	0	1



$$S_1 = \bar{b}_1 \cdot C_0 + b_1 \cdot \bar{C}_0 = b_1 \oplus C_0$$

$$C_1 = b_1 \cdot C_0$$

El circuito que resulta acoplando los dos módulos anteriores



La suma vendría expresada por el número  $C_1 S_1 S_0$ , siendo  $S_0$  el bit de menor peso.

**Problema 8**

Un motor es controlado mediante tres pulsadores A, B y C.

Diseñe su circuito de control mediante puertas lógicas que cumpla las siguientes condiciones de funcionamiento:

- Si se pulsán los tres pulsadores el motor se activa.
- Si se pulsán dos pulsadores cualesquiera, el motor se activa pero se enciende una lámpara adicional como señal de emergencia.
- Si sólo se pulsa un pulsador, el motor no se excita, pero se enciende la lámpara indicadora de emergencia.
- Si no se pulsa ningún interruptor, ni el motor ni la lámpara se activan.

(Selectividad andaluza septiembre-97)

Obtenemos la tabla de verdad para las dos salidas, según las especificaciones, y expresamos sus funciones canónicas

A	B	C	M	L
0	0	0	0	0
0	0	1	0	1
0	1	0	0	1
0	1	1	1	1
1	0	0	0	1
1	0	1	1	1
1	1	0	1	1
1	1	1	1	0

$$M = \bar{A} \cdot B \cdot C + A \cdot \bar{B} \cdot C + A \cdot B \cdot \bar{C} + A \cdot B \cdot C$$

$$L = \bar{A} \cdot \bar{B} \cdot C + \bar{A} \cdot B \cdot \bar{C} + \bar{A} \cdot B \cdot C + A \cdot \bar{B} \cdot \bar{C} + A \cdot \bar{B} \cdot C + A \cdot B \cdot \bar{C}$$

Por el método tabular obtenemos sus funciones simplificadas

BC A	00	01	11	10
0			1	
1		1	1	1

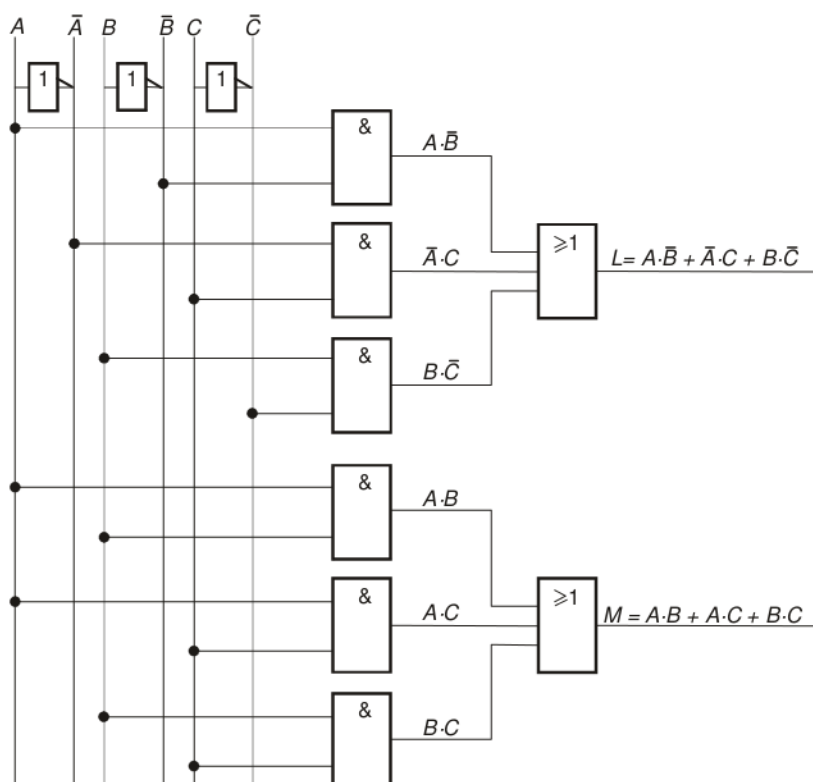
$$M = B \cdot C + A \cdot C + A \cdot B$$

BC A	00	01	11	10
0		1	1	1
1	1	1		1

$$L = \bar{A} \cdot C + A \cdot \bar{B} + B \cdot \bar{C}$$

## 62 Problemas y Cuestiones de Tecnología Industrial

Dibujamos su circuito



### Problema 9

En un sistema determinado, para realizar una función específica, se debe actuar sobre uno u otro de los dos pulsadores disponibles. Se pide:

- Tabla de verdad del proceso.
- Realizar el esquema de tres circuitos, uno eléctrico, otro neumático y otro electrónico que realicen la función indicada.
- Comparar los tres circuitos indicando ventajas, inconvenientes y aplicaciones de estos.

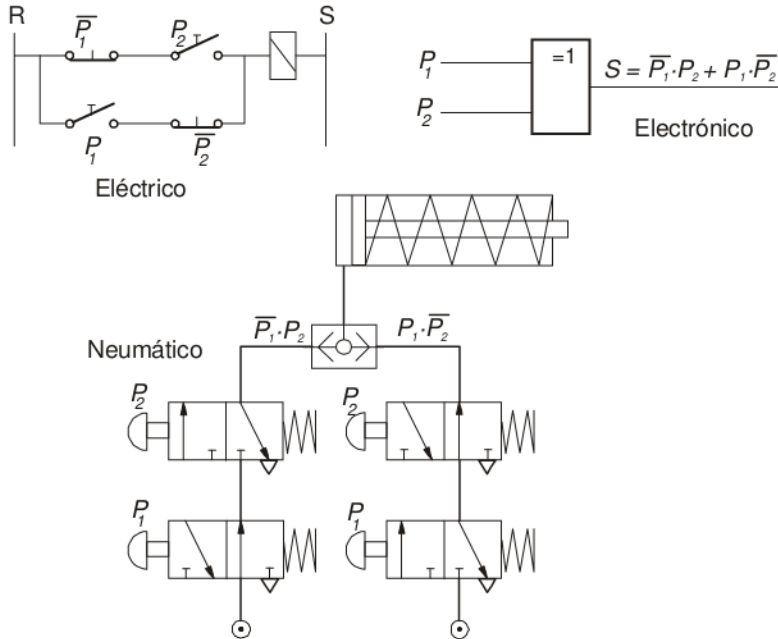
(Selectividad andaluza)

a. La tabla de verdad y la función que se deduce de ella son:

$P_1$	$P_2$	$S$
0	0	0
0	1	1
1	1	1
1	1	0

$$S = \overline{P_1} \cdot P_2 + P_1 \cdot \overline{P_2} = P_1 \oplus P_2$$

b. Los tres circuitos podrían ser

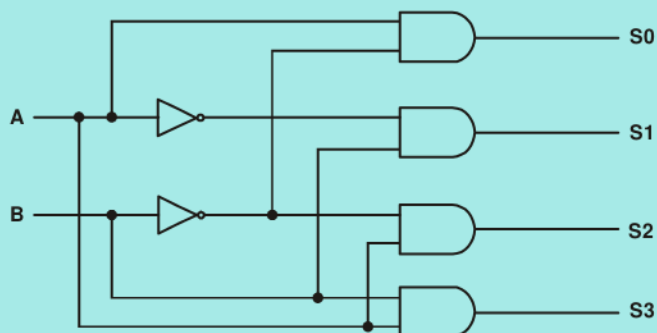


c. Comparamos los tres tipos de circuitos de dos formas diferentes; una basándonos en su características generales y otra en función de los procesos a realizar.

Circuitos	Ventajas	Inconvenientes	Aplicaciones
Eléctricos	Pueden controlar grandes potencias por sí solos	Desgastes mecánicos y producción de chispas	Circuitos de control simples
Neumáticos	No necesitan circuito de retorno de fluido	Ruidosos y caros	Aplicaciones industriales
Electrónicos	Muy fiables Pueden realizar funciones lógicas No existen desgastes mecánicos No necesitan instalaciones pesadas	No pueden controlar grandes potencias directamente con salidas lógicas	Controles realimentados

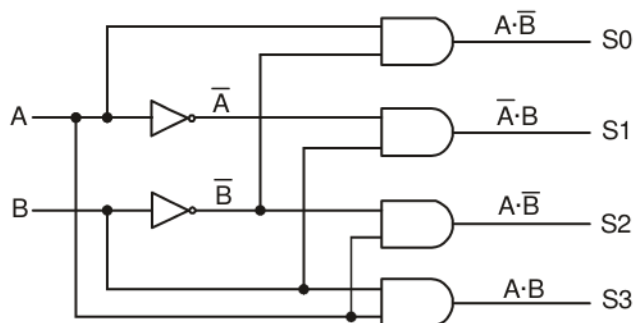
**Problema 10**

Obtener la tabla de verdad que se corresponde con el circuito de la figura, y las ecuaciones de cada una de las funciones, S0, S1, S2 y S3.



(Propuesto Andalucía 98/99)

Sobre el circuito vamos obteniendo las operaciones efectuadas a través de las puertas, hasta llegar a la salida



Observando el circuito realizamos su tabla de verdad

A	B	S <sub>0</sub>	S <sub>1</sub>	S <sub>2</sub>	S <sub>3</sub>
0	0	0	0	0	0
0	1	0	1	0	0
1	0	1	0	1	0
1	1	0	0	0	1

Basándonos en el circuito o en la tabla podemos escribir las funciones de las salidas

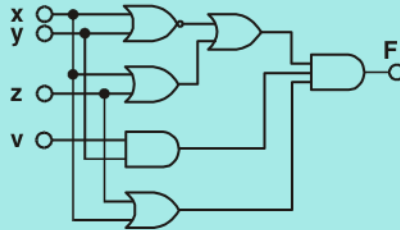
$$S_0 = A \cdot \bar{B} \quad S_1 = \bar{A} \cdot B \quad S_2 = A \cdot \bar{B} \quad S_3 = A \cdot B$$



### Problema 11

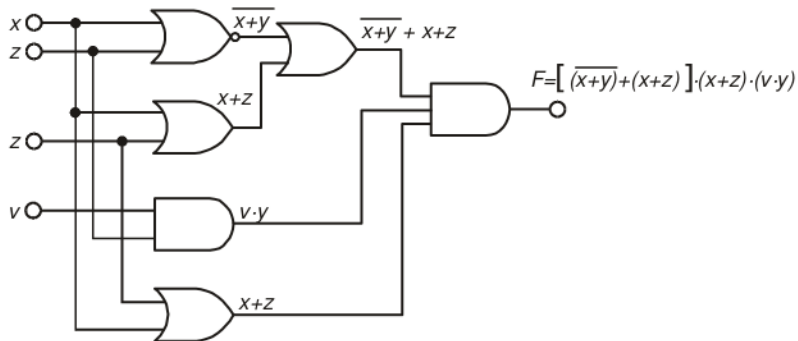
En relación con el esquema adjunto:

- Obtenga la función lógica  $F(x, y, z, v)$ .
- Obtenga su tabla de verdad.
- Realícela de nuevo con el menor número de puertas lógicas.



(Propuesto Andalucía 97/98)

- La función que se obtiene del circuito es



La función resultante según se indica en la figura anterior

$$F = \left( \overline{(x+y)} + (x+z) \right) \cdot (x+z) \cdot (v \cdot y)$$

si la simplificamos algebraicamente por la propiedad de absorción

$$F = (x+z) \cdot (v \cdot y)$$

que desarrollándola

$$F = x \cdot y \cdot v + y \cdot v \cdot z$$

- b. Obtenemos su expresión canónica para poder realizar su tabla de verdad

$$\begin{aligned}
 F &= x \cdot y \cdot v + y \cdot v \cdot z = x \cdot y \cdot v \cdot (z + \bar{z}) + y \cdot v \cdot z \cdot (x + \bar{x}) = \\
 &= x \cdot y \cdot v \cdot z + x \cdot y \cdot v \cdot \bar{z} + x \cdot y \cdot v \cdot z + \bar{x} \cdot y \cdot v \cdot z = \\
 &= x \cdot y \cdot v \cdot z + x \cdot y \cdot v \cdot \bar{z} + \bar{x} \cdot y \cdot v \cdot z
 \end{aligned}$$

La tabla será

x	y	v	z	S
0	0	0	0	0
0	0	0	1	0
0	0	1	0	0
0	0	1	1	0
0	1	0	0	0
0	1	0	1	0
0	1	1	0	0
0	1	1	1	1
1	0	0	0	0
1	0	0	1	0
1	0	1	0	0
1	0	1	1	0
1	1	0	0	0
1	1	0	1	0
1	1	1	0	1
1	1	1	1	1

- c. Situamos los tres términos sobre la cuadrícula para simplificarlos por Karnaugh

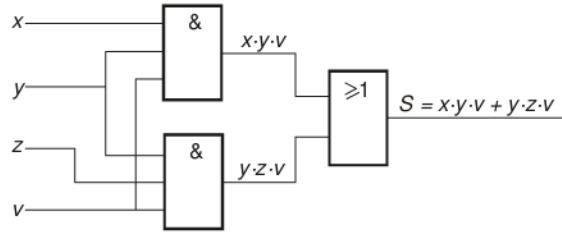
$$F = x \cdot y \cdot v \cdot z + x \cdot y \cdot v \cdot \bar{z} + \bar{x} \cdot y \cdot v \cdot z$$

$\begin{smallmatrix} v \\ z \end{smallmatrix}$ \ $\begin{smallmatrix} x \\ y \end{smallmatrix}$	00	01	11	10
00				
01			1	
11			1	1
10				

y obtenemos la función, que no es otra que la que se obtuvo por simplificación algebraica

$$F = x \cdot y \cdot v + y \cdot v \cdot z$$

El circuito resultante será



### Problema 12

Un circuito digital posee una entrada de señal, E, otra entrada de selección, S, y dos salidas de señal  $Y_1$  e  $Y_2$ , siendo su funcionamiento el siguiente:

- Si  $S = 1$ ,  $Y_1 = E$  y  $Y_2 = 0$
- Si  $S = 0$ ,  $Y_2 = E$  y  $Y_1 = 0$

Obtenga un circuito lógico que realice dicha función.

(Propuesto Andalucía 98/99)

Realizamos primeramente su tabla de verdad

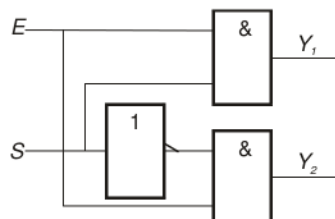
E	S	$Y_1$	$Y_2$
0	0	0	0
0	1	0	0
1	0	0	1
1	1	1	0

Las funciones obtenidas son

$$Y_1 = E \cdot S$$

$$Y_2 = E \cdot \bar{S}$$

El circuito resultante será



**Problema 13**

Un sistema electrónico de alarma está constituido por cuatro detectores a, b, c y d. La alarma debe dispararse cuando se activen tres o cuatro detectores. Si se activan sólo dos detectores su disparo es indiferente. La alarma nunca debe dispararse si se activa un solo detector o ninguno. Por último y por razones de seguridad, se deberá activar si  $a = 0$ ,  $b = 0$ ,  $c = 0$  y  $d = 1$ . Diseñe un circuito de control para esta alarma con el menor número posible de puertas lógicas.

(Propuesto Andalucía 96/97)

Realizamos la tabla de verdad basándonos en las condiciones iniciales

<i>a</i>	<i>b</i>	<i>c</i>	<i>d</i>	<i>S</i>
0	0	0	0	0
0	0	0	1	1
0	0	1	0	0
0	0	1	1	X
0	1	0	0	0
0	1	0	1	X
0	1	1	0	X
0	1	1	1	1
1	0	0	0	0
1	0	0	1	X
1	0	1	0	X
1	0	1	1	1
1	1	0	0	X
1	1	0	1	1
1	1	1	0	1
1	1	1	1	1

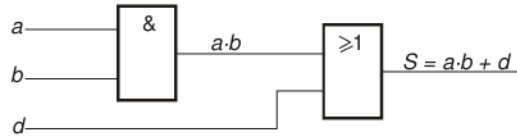
<i>cd</i> <i>ab</i>	00	01	11	10
00		1	X	
01		X	1	X
11	X	1	1	1
10		X	1	X

Sólo utilizaremos los términos indiferentes necesarios para la simplificación.

De los agrupamientos deducimos la función simplificada

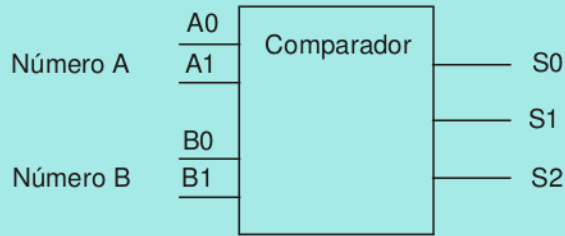
$$S = d + a \cdot b$$

El circuito resultante será



### Problema 14

El circuito de la figura es un comparador binario de dos números (A y B) de dos bits. Las salidas ( S0, S1 y S2 ) toman el valor lógico "1" cuando  $A > B$ ,  $A < B$  y  $A = B$ , respectivamente. Obtenga las funciones lógicas de cada salida y simplifíquelas por Karnaugh.



(Selectividad andaluza junio-98)

Realizamos la tabla de verdad y expresamos las funciones canónicas para las tres salidas y las simplificamos por Karnaugh.

$2^1$	$2^0$	$2^1$	$2^0$	A>B	A<B	A=B
A <sub>1</sub>	A <sub>0</sub>	B <sub>1</sub>	B <sub>0</sub>	S <sub>0</sub>	S <sub>1</sub>	S <sub>2</sub>
0	0	0	0	0	0	1
0	0	0	1	0	1	0
0	0	1	0	0	1	0
0	0	1	1	0	1	0
0	1	0	0	1	0	0
0	1	0	1	0	0	1
0	1	1	0	0	1	0
0	1	1	1	0	1	0
1	0	0	0	1	0	0
1	0	0	1	1	0	0
1	0	1	0	0	0	1
1	0	1	1	0	1	0
1	1	0	0	1	0	0
1	1	0	1	1	0	0
1	1	1	0	1	0	0
1	1	1	1	0	0	1

## 70 Problemas y Cuestiones de Tecnología Industrial

Las funciones resultantes

$$S_0 = \bar{A}_1 \cdot A_0 \cdot \bar{B}_1 \cdot \bar{B}_0 + A_1 \cdot \bar{A}_0 \cdot \bar{B}_1 \cdot \bar{B}_0 + A_1 \cdot \bar{A}_0 \cdot \bar{B}_1 \cdot B_0 + \\ + A_1 \cdot A_0 \cdot \bar{B}_1 \cdot \bar{B}_0 + A_1 \cdot A_0 \cdot \bar{B}_1 \cdot B_0 + A_1 \cdot A_0 \cdot B_1 \cdot \bar{B}_0$$

$$S_I = \bar{A}_1 \cdot \bar{A}_0 \cdot \bar{B}_1 \cdot B_0 + \bar{A}_1 \cdot \bar{A}_0 \cdot B_1 \cdot \bar{B}_0 + \bar{A}_1 \cdot \bar{A}_0 \cdot B_1 \cdot B_0 + \\ + \bar{A}_1 \cdot A_0 \cdot B_1 \cdot \bar{B}_0 + \bar{A}_1 \cdot A_0 \cdot B_1 \cdot B_0 + A_1 \cdot \bar{A}_0 \cdot B_1 \cdot B_0$$

$$S_2 = \bar{A}_1 \cdot \bar{A}_0 \cdot \bar{B}_1 \cdot \bar{B}_0 + \bar{A}_1 \cdot A_0 \cdot \bar{B}_1 \cdot B_0 + A_1 \cdot \bar{A}_0 \cdot B_1 \cdot \bar{B}_0 + \\ + A_1 \cdot A_0 \cdot B_1 \cdot B_0$$

$\begin{matrix} B_1 B_0 \\ A_1 A_0 \end{matrix}$	00	01	11	10
00				
01	1			
11	1	1		1
10	1	1		

$\begin{matrix} B_1 B_0 \\ A_1 A_0 \end{matrix}$	00	01	11	10
00		1	1	1
01			1	1
11				
10			1	

$$S_0 = A_1 \cdot \bar{B}_1 + A_0 \cdot \bar{B}_1 \cdot \bar{B}_0 + \\ + A_1 \cdot A_0 \cdot \bar{B}_0$$

$$S_I = \bar{A}_1 \cdot B_1 + \bar{A}_0 \cdot B_1 \cdot B_0 + \\ + \bar{A}_1 \cdot \bar{A}_0 \cdot B_0$$

$\begin{matrix} B_1 B_0 \\ A_1 A_0 \end{matrix}$	00	01	11	10
00	1			
01		1		
11			1	
10				1

$$S_2 = \bar{A}_1 \cdot \bar{A}_0 \cdot \bar{B}_1 \cdot \bar{B}_0 + \bar{A}_1 \cdot A_0 \cdot \bar{B}_1 \cdot B_0 + A_1 \cdot \bar{A}_0 \cdot B_1 \cdot \bar{B}_0 + A_1 \cdot A_0 \cdot B_1 \cdot B_0$$

**Problema 15**

Una función lógica depende de cuatro variables "a", "b", "c" y "d" y toma el valor lógico "1" si el número de variables con el mismo valor es par. Enunciar dicha función y simplificarla por procedimientos algebraicos y por el método de Karnaugh.

(Selectividad andaluza)

Realizamos la tabla de verdad en función de las especificaciones

a	b	c	d	S
0	0	0	0	1
0	0	0	1	0
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	0
1	0	0	1	1
1	0	1	0	1
1	0	1	1	0
1	1	0	0	1
1	1	0	1	0
1	1	1	0	0
1	1	1	1	1

La función resultante será

$$S = \bar{a} \cdot \bar{b} \cdot \bar{c} \cdot \bar{d} + \bar{a} \cdot \bar{b} \cdot c \cdot d + \bar{a} \cdot b \cdot \bar{c} \cdot d + \bar{a} \cdot b \cdot c \cdot \bar{d} + \\ + a \cdot \bar{b} \cdot \bar{c} \cdot d + a \cdot \bar{b} \cdot c \cdot \bar{d} + a \cdot b \cdot \bar{c} \cdot \bar{d} + a \cdot b \cdot c \cdot d$$

La simplificamos por el método algebraico

$$S = \bar{a} \cdot \bar{b} \cdot (\bar{c} \cdot \bar{d} + c \cdot d) + \bar{a} \cdot b \cdot (\bar{c} \cdot d + c \cdot \bar{d}) + \\ + a \cdot \bar{b} \cdot (\bar{c} \cdot d + c \cdot \bar{d}) + a \cdot b \cdot (\bar{c} \cdot \bar{d} + c \cdot d) \\ S = (\bar{c} \cdot \bar{d} + c \cdot d) \cdot (\bar{a} \cdot \bar{b} + a \cdot b) + (\bar{c} \cdot d + c \cdot \bar{d}) \cdot (\bar{a} \cdot b + a \cdot \bar{b}) \\ S = (\overline{c \oplus d}) \cdot (\overline{a \oplus b}) + (c \oplus d) \cdot (a \oplus b) \\ S = \overline{a \oplus b \oplus c \oplus d} \\ S = a \odot b \odot c \odot d$$

## 72 Problemas y Cuestiones de Tecnología Industrial

Si situamos los términos sobre la tabla, para aplicar el método de Karnaugh, observamos en la cuadrícula que no existen términos adyacentes; sin embargo la disposición nos indica la existencia de funciones OR y NOR Exclusivas.

$cd$ $ab$	00	01	11	10
00	1		1	
01		1		1
11	1		1	
10		1		1

La expresión resultante partiendo de la disposición de estos términos

$$S = (\overline{c \oplus d}) \cdot (\overline{a \oplus b}) + (c \oplus d) \cdot (a \oplus b)$$

$$S = \overline{a \oplus b \oplus c \oplus d}$$

$$S = a \odot b \odot c \odot d$$

### Problema 16

El control de una luz de escalera se realiza mediante dos interruptores "a" y "b", colocados en los extremos de la misma. Se pide:

- Establezca la tabla de verdad.
- Obtenga la función lógica.
- Represéntela mediante un esquema utilizando puertas lógicas.

(Selectividad andaluza septiembre-98)

a. Realizamos la tabla de verdad

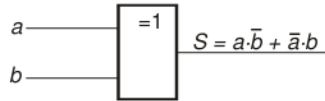
a	b	S
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	0

b. Obtenemos la función

$$S = \overline{a}b + a\overline{b} = a \oplus b$$



c. Dibujamos el circuito



### Problema 17

Un proceso de fabricación es controlado por cuatro sensores A, B, C y D, de forma que sus salidas son "0" o "1", según estén desactivados o activados respectivamente. El proceso deberá detenerse cuando está activado el sensor A o cuando lo estén dos sensores cualesquiera. Se pide:

- Realice la tabla de verdad.
- Simplifique la función por el método de Karnaugh.
- Represente el esquema del circuito con puertas lógicas.

(Selectividad andaluza septiembre-99)

a. Realizamos primeramente su tabla de verdad

a	b	c	d	S
0	0	0	0	1
0	0	0	1	1
0	0	1	0	1
0	0	1	1	0
0	1	0	0	1
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	0
1	1	0	0	0
1	1	0	1	0
1	1	1	0	0
1	1	1	1	0

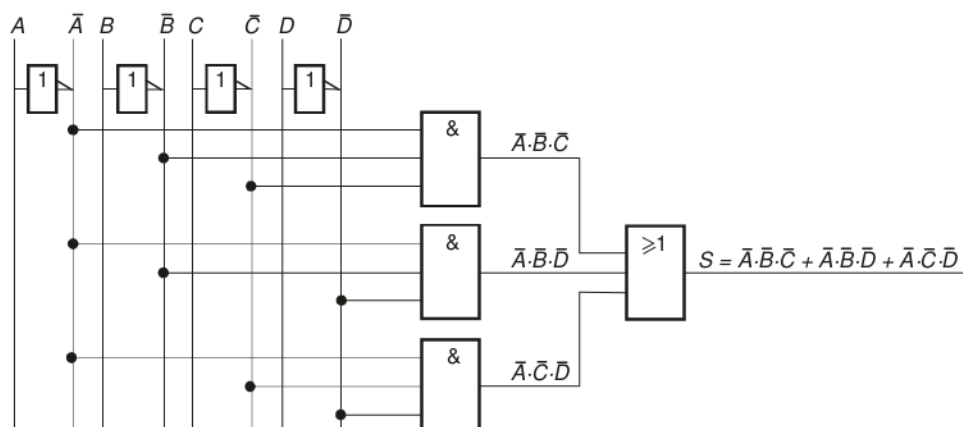
b. Si situamos los términos sobre la cuadrícula para simplificarla por Karnaugh

	CD	00	01	11	10
AB	00	1	1		1
	01	1			
	11				
	10				

c. Obtenemos la función

$$S = \bar{A} \cdot \bar{B} \cdot \bar{D} + \bar{A} \cdot \bar{C} \cdot \bar{D} + \bar{A} \cdot \bar{B} \cdot \bar{C}$$

El circuito resultante será



### Problema 18

Un circuito digital posee dos entradas de señal  $I_0$  e  $I_1$ , una entrada de selección,  $S$ , y una salida,  $W$ , siendo su funcionamiento el siguiente:

- Si  $S = 0$ ,  $W = I_0$
- Si  $S = 1$ ,  $W = I_1$

Obtenga un circuito lógico que realice dicha función.

(Propuesto Andalucía 98/99)

Realizamos primeramente su tabla de verdad

$I_0$	$I_1$	$S$	$W$
0	0	0	0
0	0	1	0
0	1	0	0
0	1	1	1
1	0	0	1
1	0	1	0
1	1	0	1
1	1	1	1

La función obtenida

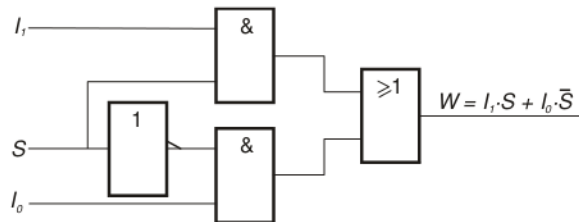
$$W = \bar{I}_0 \cdot I_1 \cdot S + I_0 \cdot \bar{I}_1 \cdot \bar{S} + I_0 \cdot I_1 \cdot \bar{S} + I_0 \cdot I_1 \cdot S$$

Si la simplificamos por el método de Karnaugh

$I_1 \backslash I_0$	00	01	11	10
0			1	
1	1		1	1

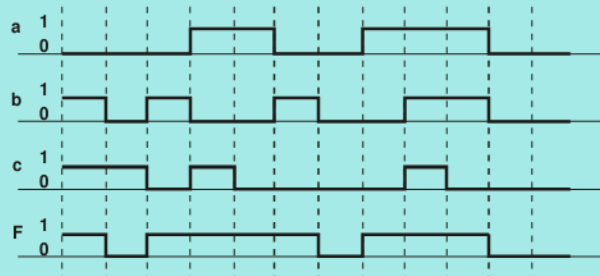
Resulta  $W = I_0 \cdot \bar{S} + I_1 \cdot S$

El circuito será



### Problema 19

Partiendo del cronograma de la figura, diseñe un circuito lógico que lo cumpla, con el menor número posible de puertas lógicas.



(Propuesto Andalucía 98/99)

Realizamos primeramente su tabla de verdad

<i>a</i>	<i>b</i>	<i>c</i>	<i>F</i>
0	0	0	0
0	0	1	0
0	1	0	1
0	1	1	1
1	0	0	1
1	0	1	1
1	1	0	1
1	1	1	1

## 76 Problemas y Cuestiones de Tecnología Industrial

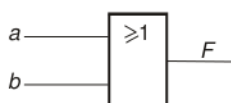
Si situamos los términos sobre la cuadrícula para simplificarla por Karnaugh

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

Resulta

$$F = a + b$$

El circuito será



### Problema 20

Un circuito digital acepta en su entrada un número binario,  $N$ , de cuatro bits y da, a su salida, dos señales,  $S1$  y  $S2$ .  $S1$  se activa si  $9 < N \leq 15$ .  $S2$  permanece desactivada si  $N$  es cero o múltiplo de 2. Obtenga las tablas de verdad y las funciones lógicas para cada una de sus salidas.

(Selectividad andaluza junio - 99)

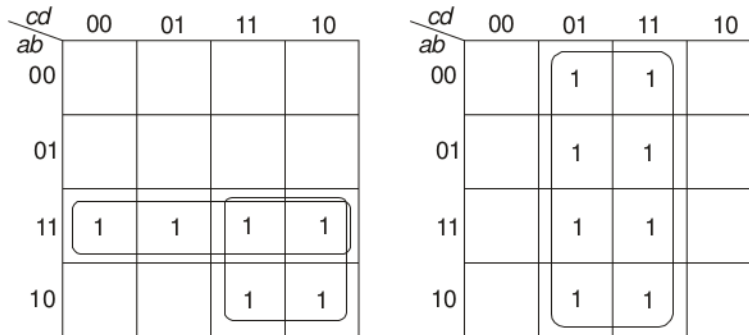
Obtenemos la tabla de verdad de las dos salidas y sus funciones canónicas a partir de las condiciones dadas

$a$	$b$	$c$	$d$	$S1$	$S2$
0	0	0	0	0	0
0	0	0	1	0	1
0	0	1	0	0	0
0	0	1	1	0	1
0	1	0	0	0	0
0	1	0	1	0	1
0	1	1	0	0	0
0	1	1	1	0	1
1	0	0	0	0	0
1	0	0	1	0	1
1	0	1	0	1	0
1	0	1	1	1	1
1	1	0	0	1	0
1	1	0	1	1	1
1	1	1	0	1	0
1	1	1	1	1	1

$$S1 = a \cdot \bar{b} \cdot c \cdot \bar{d} + a \cdot \bar{b} \cdot c \cdot d + a \cdot b \cdot \bar{c} \cdot \bar{d} + a \cdot b \cdot \bar{c} \cdot d + a \cdot b \cdot c \cdot \bar{d} + a \cdot b \cdot c \cdot d$$

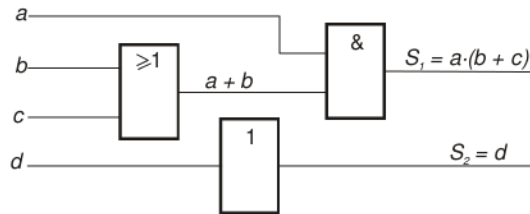
$$S2 = \bar{a} \cdot \bar{b} \cdot \bar{c} \cdot d + \bar{a} \cdot \bar{b} \cdot c \cdot d + \bar{a} \cdot b \cdot \bar{c} \cdot d + \bar{a} \cdot b \cdot c \cdot d + a \cdot \bar{b} \cdot \bar{c} \cdot d + a \cdot \bar{b} \cdot c \cdot d + a \cdot b \cdot \bar{c} \cdot d + a \cdot b \cdot c \cdot d$$

Simplificamos las funciones por Karnaugh y realizamos el circuito



$$S1 = a \cdot b + a \cdot c = a(b + c)$$

$$S2 = d$$



### Problema 21

En un sistema determinado, para realizar una función específica se debe actuar simultáneamente sobre los dos pulsadores disponibles.

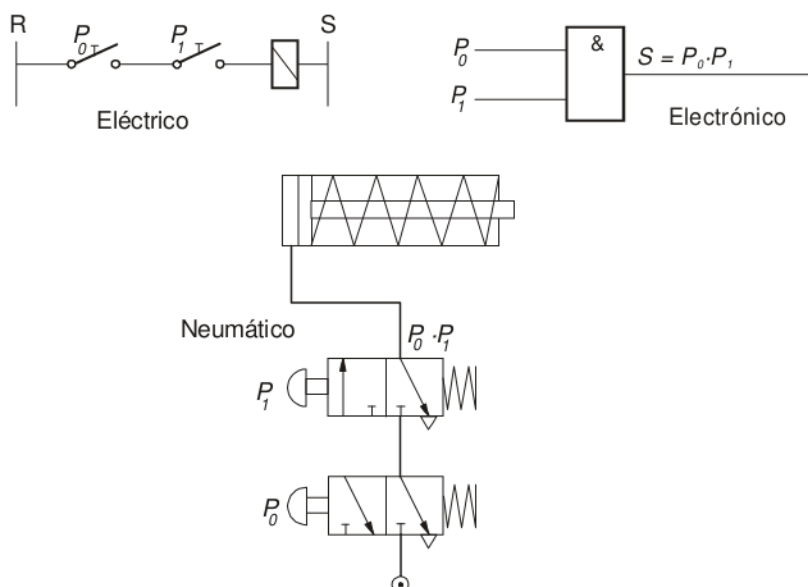
Se pide:

- Tabla de verdad del proceso.
- Realizar el esquema de TRES circuitos, uno eléctrico, otro neumático y otro electrónico que realicen la función indicada.
- Comparar los tres circuitos indicando algunas ventajas, inconvenientes o aplicaciones de éstos.

(Selectividad Andaluza)

a. La tabla de verdad según la condición exigida

$P_1$	$P_0$	$S$
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

**b. Los tres circuitos**

**c. Comparamos los tres tipos de circuitos de dos formas diferentes; una basándonos en su características generales y otra en función de los procesos a realizar.**

<i>Circuitos</i>	<i>Ventajas</i>	<i>Inconvenientes</i>	<i>Aplicaciones</i>
Eléctricos	Pueden controlar grandes potencias por sí solos	Desgastes mecánicos y producción de chispas	Circuitos de control simples
Neumáticos	No necesitan circuito de retorno de fluido	Ruidosos y caros	Aplicaciones industriales
Electrónicos	Muy fiables Pueden realizar funciones lógicas No existen desgastes mecánicos No necesitan instalaciones pesadas	No pueden controlar grandes potencias directamente con salidas lógicas	Controles realimentados

**Problema 22**

Se desea controlar una lámpara empleando tres interruptores, de forma que sólo se encienda cuando esté activado un solo interruptor o los tres simultáneamente. Se pide:

- La tabla de verdad.
- La función lógica.
- Realizar un circuito con puertas lógicas que lo ejecute.

(Propuesto Andalucía 97/98)

- a.** La tabla de verdad según las condiciones iniciales

<i>a</i>	<i>b</i>	<i>c</i>	<i>L</i>
0	0	0	0
0	0	1	1
0	1	0	1
0	1	1	0
1	0	0	1
1	0	1	0
1	1	0	0
1	1	1	1

- b.** La función lógica que se deduce de la tabla.

$$L = \bar{a} \cdot \bar{b} \cdot c + \bar{a} \cdot b \cdot \bar{c} + a \cdot \bar{b} \cdot \bar{c} + a \cdot b \cdot c$$

Si la simplificamos algebraicamente, resulta

$$L = \bar{a} \cdot (\bar{b} \cdot c + b \cdot \bar{c}) + a \cdot (\bar{b} \cdot \bar{c} + b \cdot c)$$

$$L = \bar{a} \cdot (b \oplus c) + a \cdot (\overline{b \oplus c})$$

$$L = a \oplus b \oplus c$$

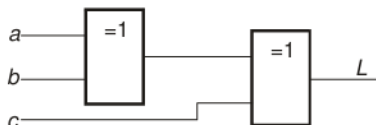
Si la simplificamos por el método de Karnaugh, observamos, del mismo modo que

<i>bc</i>	00	01	11	10
<i>a</i>				
0		①		①
1	①		①	

$$L = \bar{a} \cdot (b \oplus c) + a \cdot (\overline{b \oplus c})$$

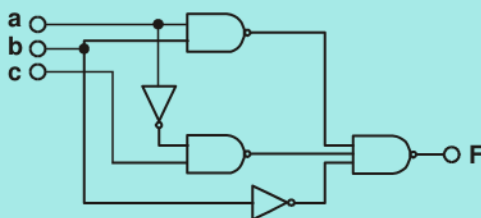
$$L = a \oplus b \oplus c$$

c. El circuito resultante será



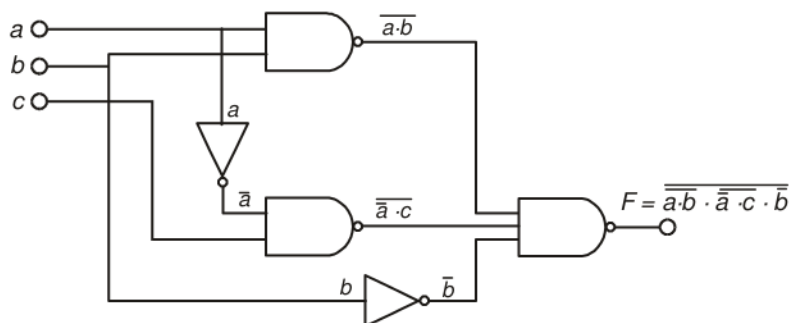
### Problema 23

Partiendo del circuito de la figura, obtener la ecuación de la función implementada, simplificarla y realizarla de nuevo con el menor número de puertas lógicas.



(Selectividad Andaluza)

Sobre el circuito vamos obteniendo las operaciones efectuadas a través de las puertas, hasta llegar a la salida



Obtenida la función la simplificamos algebraicamente

$$F = \overline{\overline{a} \cdot \overline{b} \cdot \overline{a} \cdot \overline{c} \cdot \overline{b}} = \overline{\overline{a} \cdot \overline{b}} + \overline{\overline{a} \cdot \overline{c}} + \overline{\overline{b}} = a \cdot b + \overline{a} \cdot c + b = b \cdot (a + 1) + \overline{a} \cdot c$$

$$F = b + \overline{a} \cdot c$$



Si simplificamos por Karnaugh, obteniendo primeramente la función canónica, resultará

$$F = a \cdot b + \bar{a} \cdot c + b = a \cdot b \cdot (c + \bar{c}) + \bar{a} \cdot c \cdot (b + \bar{b}) + b \cdot (a + \bar{a}) \cdot (c + \bar{c})$$

Operando

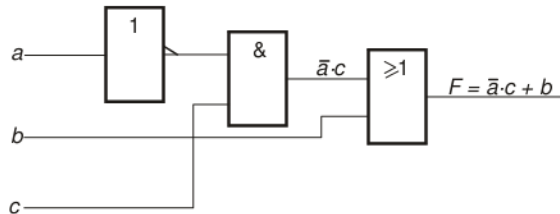
$$F = a \cdot b \cdot c + \bar{a} \cdot b \cdot c + \bar{a} \cdot b \cdot \bar{c} + a \cdot b \cdot \bar{c} + \bar{a} \cdot \bar{b} \cdot c$$

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

También por este método el resultado es el mismo, obteniendo

$$F = b + \bar{a} \cdot c$$

El circuito será el indicado



**Problema 24**

Un circuito digital consta de cuatro entradas y dos salidas. Una de las salidas toma el valor lógico "uno" sólo cuando existe mayoría de entradas a "uno". La otra salida se activa sólo si hay igual número de entradas a "uno" que a "cero".

- Confeccione la tabla de verdad.
- Simplifique la función resultante por Karnaugh.
- Represente la función con puertas lógicas.

(Selectividad andaluza junio-00)

- a. La tabla de verdad correspondiente al enunciado del problema

<i>a</i>	<i>b</i>	<i>c</i>	<i>d</i>	<i>S</i> <sub>1</sub>	<i>S</i> <sub>2</sub>
0	0	0	0	0	0
0	0	0	1	0	0
0	0	1	0	0	0
0	0	1	1	0	1
0	1	0	0	0	0
0	1	0	1	0	1
0	1	1	0	0	1
0	1	1	1	1	0
1	0	0	0	0	0
1	0	0	1	0	1
1	0	1	0	0	1
1	0	1	1	1	0
1	1	0	0	0	1
1	1	0	1	1	0
1	1	1	0	1	0
1	1	1	1	1	0

- b. El mapa de Karnaugh correspondiente a S<sub>1</sub> y a S<sub>2</sub> y las funciones simplificadas:

<i>cd</i> <i>ab</i>	00	01	11	10
00				
01			1	
11		1	1	1
10			1	

S<sub>1</sub>

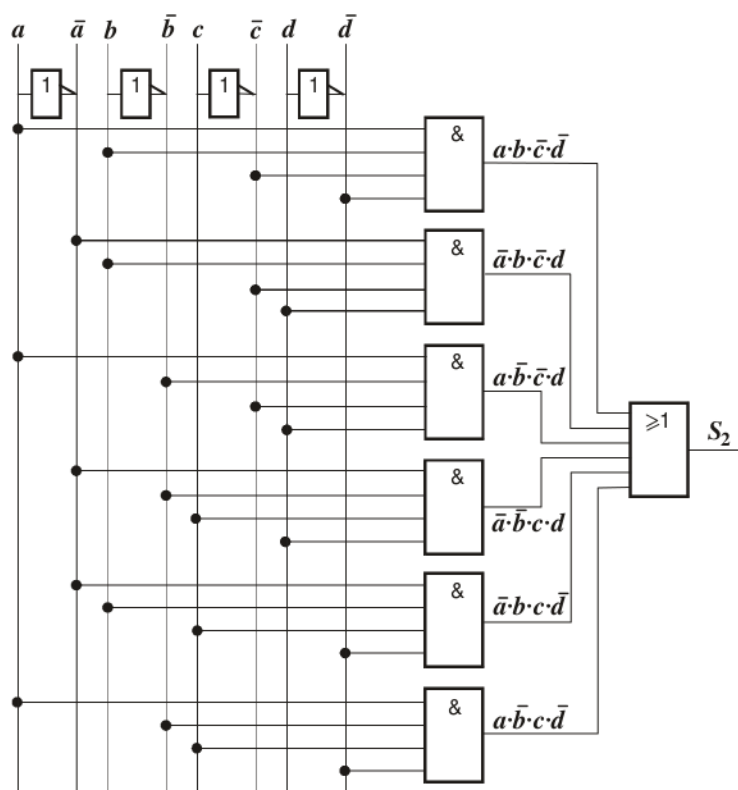
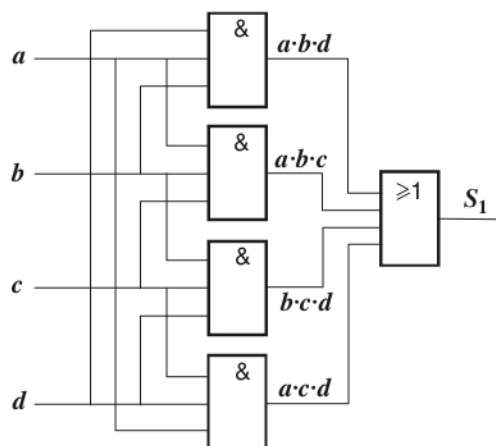
<i>cd</i> <i>ab</i>	00	01	11	10
00			1	
01		1		1
11	1			
10		1		1

S<sub>2</sub>

$$S_1 = a \cdot b \cdot d + a \cdot b \cdot c + b \cdot c \cdot d + a \cdot c \cdot d$$

$$S_2 = a \cdot b \cdot \bar{c} \cdot \bar{d} + \bar{a} \cdot b \cdot \bar{c} \cdot d + a \cdot \bar{b} \cdot \bar{c} \cdot d + \bar{a} \cdot \bar{b} \cdot c \cdot d + \bar{a} \cdot b \cdot c \cdot \bar{d} + a \cdot \bar{b} \cdot c \cdot \bar{d}$$

**C.** Las representaciones de las funciones obtenidas



Esta página está intencionadamente en blanco