

PROBLEMAS I: DEL MUNDO REAL AL MUNDO DIGITAL.

1. Explicar qué es un sistema digital y cuáles son las diferencias con uno analógico.
2. ¿Cómo harías un tratamiento digital de los siguientes sistemas?
Pistas:
Reconoce los estados del sistema.
Elige un código adecuado.
Asigna a cada estado físico del sistema un símbolo de tu código (la asignación debe ser biunívoca).
 - a) un semáforo de peatones; un semáforo de coches.
 - b) Nivel de líquido de un depósito.
3. ¿Cuáles de los siguientes elementos funcionan con magnitudes digitales?
 - a) El pedal del acelerador del coche.
 - b) El mando para las luces del coche.
 - c) La llave de puesta en marcha del coche.
 - d) El manillar de una moto.
 - e) El pedal del freno del automóvil.
4. Un transductor digital de temperatura está diseñado para medir un mínimo de 10 °C y un máximo de 110°C. El dispositivo proporciona 0,5 V en su salida a la temperatura de 10°C y 5,5 V a la de 110°C. Sabiendo que el incremento o escalón entre posibles valores de salida es de 0,5 V, indicar qué temperaturas puede medir y los voltajes correspondientes.
5. Indíquese qué elementos de los que se citan tienen naturaleza binaria.
 - a) Un interruptor de dos posiciones.
 - b) El sintonizador de emisoras de radio.
 - c) El sistema de numeración decimal.
 - d) El timbre de casa.
 - e) El velocímetro del coche.
 - f) El piloto indicador del freno de mano activo en los vehículos.

PROBLEMAS II: REPRESENTACIÓN DE LA INFORMACIÓN

1. Convertir los siguientes números binarios a sus equivalentes decimales:
 - a. 001100
 - b. 000011
 - c. 011100
 - d. 111100
 - e. 101010
 - f. 111111
 - g. 100001
 - h. 111000
 - i. 11110001111
 - j. 11100,011
 - k. 110011,10011
 - l. 1010101010,1
2. Convertir los siguientes números decimales a sus equivalentes binarios:
 - a. 64
 - b. 100
 - c. 111
 - d. 145
 - e. 255
 - f. 500
 - g. 34,75
 - h. 25,25
 - i. 27,1875
 - j. 23,1
3. Convertir los siguientes números enteros hexadecimales en sus equivalentes decimales:
 - a. C
 - b. 9F
 - c. D52
 - d. 67E
 - e. ABCD
4. Convertir los siguientes números hexadecimales a sus equivalentes decimales:
 - a. F.4
 - b. D3.E
 - c. 111,1
 - d. 888,8
 - e. EBA.C
5. Convertir los números $(AF315)_{16}$ y $(7326)_8$ a base 10 y base 2.
6. Convertir los números $(245,625)_{10}$ y $(1797,223)_{10}$ a binario, octal y hexadecimal.
7. Convertir el número $(49403180,AF7)_{16}$ a binario, octal y decimal.
8. Convertir los siguientes números de base 10 a base 2, base 5, base 8 y base 16 y verificar los resultados:
 - a. 13
 - b. 94
 - c. 356

9. Dado el número $X=(543'21)_6$, expresarlo en base 16 con cuatro dígitos fraccionarios y los dígitos enteros que sea necesario.
10. Convertir los siguientes números de base 10 a base 2.
- .00625
 - 43.32
 - .51
11. Escribir el equivalente de base 8 de los siguientes números en base 2:
- 10111100101
 - 1101.101
 - 1.0111
12. Calcular para las secuencias de 16 bits dadas:
- A = 0000 0110 0000 0111
B = 0000 0000 1101 0110
C = 1100 0001 1111 0011
D = 1001 0000 0000 1010
- Su representación octal y hexadecimal.
 - Su representación decimal suponiendo que se encuentran representadas en: coma fija sin signo, magnitud y signo, C2, C1 y exceso a 2^{15} .
13. Calcular el valor decimal de los números binarios (11100111) y (10111111) suponiendo que están representados en complemento a 2. Repetir el ejercicio suponiendo que están representados en complemento a 1.
14. Resolver los ejercicios siguientes:
- Representar $(-499)_{10}$ en magnitud y signo con 10 bits.
 - Representar $(-628)_{10}$ en complemento a 2 con 10 bits.
 - Convertir a base 10 el número binario 1001000110, dado en magnitud y signo.
 - Convertir a base 10 el número binario 1110011101, dado en complemento a 2.
 - ¿Cuál es el rango del sistema de numeración de complemento a 2 con 10 bits?
 - ¿Cuál es el mínimo número de bits necesarios para poder representar cantidades en el rango $\pm 10^5$ utilizando el sistema de complemento a 2?
15. La primera expedición a Marte encontró sólo las ruinas de una civilización. De los artefactos y de las imágenes, los exploradores dedujeron que las criaturas que construyeron esta civilización fueron seres de cuatro piernas con un tentáculo saliente de un extremo con varios “dedos” prensiles. Después de mucho estudio, los exploradores fueron capaces de traducir las matemáticas marcianas. Encontraron la siguiente ecuación: $5x^2 - 50x + 125 = 0$ con las soluciones indicadas $x=5$ y $x=8$. El valor $x=5$ parece bastante lógico, pero $x=8$ requiere alguna explicación. Luego los exploradores reflexionaron sobre la forma en que se desarrollaron los sistemas

numéricos de la tierra y encontraron evidencia de que el sistema marciano tenía una historia similar. ¿Cuántos dedos tenían los marcianos?.

16. Emparejar las siguientes combinaciones binarias de 8 bits con sus valores en base 10 y los sistemas en que se encuentran representadas, justificando las respuestas (*¡si algún valor en una columna no puede emparejarse será imprescindible indicarlo explícitamente!*):

Combinación binaria	Número en base 10 y sistema utilizado
a) 10000111	1) 48 en magnitud y signo
b) 10111011	2) -163 en complemento a 1
c) 10100011	3) -121 en complemento a 2
d) 00110000	4) -96 en binario puro
e) 10000110	5) 95 en complemento a 1
f) 11100111	6) -121 en complemento a 1
g) 11100000	7) 121 en binario puro
h) 11000001	8) -103 en magnitud y signo
i) 01111001	9) -63 en complemento a 2
j) 01011111	10) 187 en complemento a 2

17. Emparejar las siguientes combinaciones binarias de 8 bits con sus valores en base 10 y los sistemas en que se encuentran representadas, justificando las respuestas (*¡si algún valor en una columna no puede emparejarse será imprescindible indicarlo explícitamente!*).

Combinación binaria	Número en base 10 y sistema utilizado
a) 01100101	1) -73 en complemento a 2
b) 10111001	2) 38 en complemento a 1
c) 11011111	3) 30 en módulo y signo
d) 01001001	4) -13 en complemento a 2
e) 00011110	5) 101 en binario puro
f) 10010110	6) -95 en módulo y signo
g) 00100110	7) -140 en complemento a 1
h) 11001110	8) -71 en complemento a 2
i) 01110011	9) -49 en complemento a 1
j) 11110011	10) -22 en binario puro

18. Sumar los siguientes números binarios, mostrando todos los acarreos:

110101+ 11001

101110+100101

19. Determinar cuáles de las siguientes operaciones (con operandos representados en Ca2 de 4 bits), el resultado no es correctamente representable, es decir, se produce desbordamiento:
- 0110+0101
 - 0000-1111
 - 1001-1011
 - 0100-1110
 - 1001+1111
 - 0000+1111
20. Establecer una regla de desbordamiento para la suma de números enteros en Ca2.
21. Hallar el valor decimal, la suma y la diferencia de los números binarios A=11100111 y B=10111111, su suma y diferencia, suponiendo que:
- a. Ambos están representados en MS.
 - b. Ambos están representados en Ca2.
 - c. Ambos están representados en Ca1.
 - d. Ambos están representados en exceso a 128.
22. Utilizando la aritmética binaria y habiendo convertido previamente a binario los operandos, realizar las siguientes operaciones:
- a. $(695)_{10} + (272)_{10}$
 - b. $(695)_{10} - (272)_{10}$
 - c. $(272)_{10} * (23)_{10}$
23. Realizar las siguientes operaciones, suponiendo primero que los sumandos están representados en MS, luego en Ca2 y Ca1.
- a. 100110+000100
 - b. 101101111-010000111
 - c. 000010000+11100001
 - d. 10110.1111-11100.111
 - e. 0000.10000+11.100001
24. Utilizando la aritmética binaria y suponiendo que los operandos están representados en complemento a 2, realizar las operaciones:
- a. 101101111 - 10000111
 - b. 000010000 + 11100001
25. Calcular la suma y resta tanto en binario como en hexadecimal de $(1797,223)_{10}$ y $(245,625)_{10}$.
26. Se dispone de un sistema de representación R de 8 bits. Dadas dos cantidades binarias A=01100110 y B=11011001, se pide realizar la suma $X=A+B$ en binario y comentar el resultado obtenido:
- a. Suponiendo que el sistema R es binario puro.

- b. Suponiendo que el sistema R es magnitud y signo.
c. Suponiendo que el sistema R es complemento a 2.
27. Sean dos números $A=(2,7)_{10}$ y $B=(0,2)_{10}$. Se pide lo siguiente:
- Convertir A y B a binario con 8 cifras fraccionarias.
 - Calcular en binario $X=2*A + 4*B$, utilizando 8 cifras fraccionarias.
 - Convertir el número X obtenido en el apartado anterior a base 10.
 - Comentar el resultado obtenido en d) comparándolo con el resultado exacto real.
28. Sea un número entero binario X de 6 bits expresado en un determinado sistema de representación R (binario puro, módulo y signo o complemento a 1 ó a 2). Se sabe que la representación del número $X+15$ es 000010, que $X-3$ es 110000 y que $2*X$ es 100110, todas ellas expresadas en el mismo sistema de representación R. ¿Cuál es el sistema en el que están representadas? ¿Cuál es el número X, expresado en el sistema R? ¿Cuál es su valor expresado en base 10?
29. Responder razonadamente a las siguientes preguntas:
- ¿Cómo se puede convertir un número en complemento a 2 a su representación en complemento a 1?
 - ¿Cómo se puede convertir un número en complemento a 1 a su representación en complemento a 2?
 - ¿Cómo se puede convertir un número en complemento a 2 a su representación en módulo y signo?
 - ¿Cómo se puede convertir un número en módulo y signo a su representación en complemento a 2?
 - ¿Cómo se puede convertir un número en complemento a 2 a su representación en exceso a M? ¿Y si $M=2^{n-1}$? (n: número de bits utilizados)
 - ¿Cómo se puede convertir un número en exceso a M a su representación en complemento a 2? ¿Y si $M=2^{n-1}$? (n: número de bits utilizados)
30. En coma flotante, calcular el campo de exponente para los siguientes números, sabiendo que éste se almacena en 8 bits:
- 0
 - +2
 - +127
 - 1
 - 126.
31. Normalizar los números que se dan a continuación, suponiendo que las mantisas se dan en binario y los exponentes en decimal:
- $$N_1 = 0\ 1001.1100\ 110\ 2^{-5}$$
- $$N_2 = 0.0000\ 0110\ 1101\ 2^{34}$$
32. Obtener el campo de mantisa de los datos indicados en el ejercicio anterior, suponiendo que se almacena en 12 bits.

33. Suponiendo que tenemos 16 bits para almacenar un número en coma flotante, de los cuales 8 bits son para el exponente, obtener el valor decimal correspondiente al número N, cuya representación interna es $N_i = 1\ 0011\ 1110\ 0011\ 110$.
34. Obtener la representación interna N_i del número decimal $N = -543.7 \cdot 10^{-17}$, según la norma IEEE 754 para datos en simple precisión.
35. Sea un sistema de representación para números en coma flotante con las siguientes características:
- Mantisa en módulo y signo fraccionaria normalizada de 8 bits, con coma a la izquierda del dígito más significativo.
 - Exponente de 8 bits en exceso a 128.
- Responder a las siguientes cuestiones:
- a. ¿Cuál es la resolución de este sistema de numeración?
 - b. ¿Cuál es el número positivo más grande representable?
 - c. ¿Cuál es el número positivo más pequeño representable?
 - d. ¿Cuál es el rango de números negativos representables?
 - e. ¿Cómo podría ampliarse la resolución?
36. Convertir a base 10 el número \$93B4A100, supuesto que viene dado en estándar de coma flotante IEEE 754 de precisión simple en notación compacta hexadecimal.(1.25 puntos)
37. Convertir la siguiente cantidad en complemento a 2, $A = 1100011101001011$, a:
- a. Decimal
 - b. Hexadecimal en valor absoluto (con el signo delante).
 - c. Signo-Magnitud. (Binario)
 - d. IEEE 754. Precisión Simple. Redondeo al más cercano.
38. Convertir a base 10 el número $(8AE3317D)_{16}$, dado en IEEE 754 de precisión simple con notación compacta en hexadecimal.
39. Obtener la representación decimal de los números $(1001\ 0000\ 1000\ 0010)$ y $(1001\ 0101\ 0111\ 0000)$ suponiendo que están codificados en BCD.
40. Expresar los números decimales 1486, 0, 349 y 37 en código BCD y Exceso-3
41. Codificar la palabra 10011101001 en Hamming de 15 bits.
42. Obtener un código Gray para codificar 20 caracteres diferentes.
43. Suponiendo que los siguientes números están codificados en BCD, obtener su representación decimal. 1001 0000 1000 0010 y 1001 0101 0111 0000.
44. Añadir un bit de paridad par a las siguientes palabras, de manera que resulte un byte:

0111010, 1101101, 0001001 y 1001011

45. Determinar si hay algún bit erróneo en el siguiente carácter codificado en Hamming:
011000011101011

PROBLEMAS 3: FUNCIONES LÓGICAS

1. Utilizando las leyes de Morgan, obtener una expresión en forma de sumas de productos para las siguientes funciones.

a- $F = \overline{(x + y)(xy + z)}$

b- $F = \overline{(xy + xz)(\overline{x} + \overline{yz})}$

2. Aplicando las leyes de Morgan, obtener el complemento de las siguientes funciones:

a- $f = (x + \overline{y})(yz + x\overline{y})$

b- $g = \overline{y}(x + z) + y(\overline{xz} + x\overline{z})$

c- $h = x\overline{y}(\overline{x} + z)(yz + x\overline{y})$

3. Verificar, mediante manipulaciones algebraicas adecuadas, las siguientes igualdades, justificando cada uno de los pasos haciendo referencia a un postulado o a un teorema.

a- $(x + \overline{y} + xy)(x + \overline{y})\overline{xy} = 0$

b- $(x + \overline{y} + x\overline{y})(xy + \overline{xz} + yz) = xy + \overline{x}yz$

4. Dada una función de conmutación, $F(x, \dots, z)$, su dual $F_D(x, \dots, z)$ se define como sigue:

$F_D(x, \dots, z) = \overline{F(\overline{x}, \dots, \overline{z})}$ Aplicando esta definición, obtener las funciones duales de las siguientes:

a- $f = (x + \overline{y})(xz + x\overline{y})$

b- $g = \overline{y}(x + z) + y(\overline{xz} + x\overline{z})$

5. Simplificar la siguiente función lógica por métodos algebraicos.

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

6. Simplificar por Karnaugh la función cuya expresión en términos canónicos es:

$$f(x, y, z) = \sum_3 m(3, 5, 6).$$

7. Utilizando los mapas de Karnaugh, simplificar las siguientes funciones de conmutación, obtenerlas en función de suma de productos o producto de sumas:

a- $f(x, y, z, w) = \sum m(0, 4, 5, 7, 8, 9, 13, 15)$

b- $f(w, x, y, z) = \sum m(5, 6, 9, 10)$

c- $f(x, y, z) = \sum m(2, 3, 4, 5, 6, 7)$

d- $f(x, y, z) = \sum m(2, 4, 5, 6)$

e- $f(w, x, y, z) = \sum m(3, 6, 7, 11, 12, 14, 15)$

f- $f(w, x, y, z) = \sum m(0, 1, 3, 5, 7, 9, 10, 11, 13, 15)$

g- $f(v, w, x, y, z) = \sum m(2, 3, 5, 7, 11, 18, 19, 21, 23)$

h- $f(v, w, x, y, z) = \sum m(0, 2, 5, 8, 15, 16, 18, 24, 31)$

8. Obtener una suma de productos simplificada equivalente a cada una de las siguientes expresiones de conmutación:

$$f(x, y, z) = \overline{((xy) + z)}(y + z)$$

$$f(x, y, z, w) = \overline{((x + z)(y + w))}(z + w)$$

$$f(x, y, z, w, v) = (\overline{zv} + zv)(\overline{x + y})w + \overline{(x + y)}wzv$$

9. Demostrar que las tres funciones elementales AND, OR y NOT pueden realizarse mediante las funciones NAND y NOR.

10. Comprobar las siguientes relaciones relativas a la función EXOR:

$$a- \begin{cases} x \oplus x = 0 \\ x \oplus \bar{x} = 1 \end{cases} \quad b- \begin{cases} x \oplus 0 = x \\ x \oplus 1 = \bar{x} \end{cases}$$

$$c- x \oplus y = z \Rightarrow x \oplus z = y \quad d- x \oplus y = z \Rightarrow x \oplus y \oplus z = 0$$

11. Obtener la tabla de verdad que corresponde a las siguientes funciones de conmutación expresadas algebraicamente:

$$a- F = xy + \bar{x}z + y\bar{z}$$

$$b- G = (\bar{x} + \bar{z})(y + z)$$

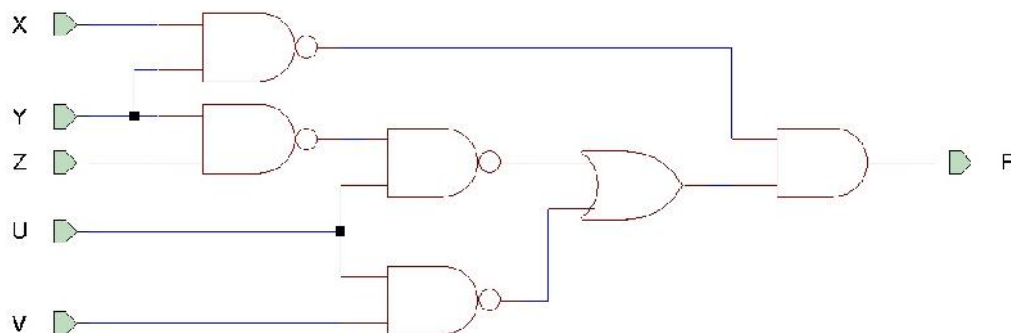
12. Para cada una de las funciones dadas a continuación, dibujar un circuito con puertas AND, OR Y NOT que la sintetice:

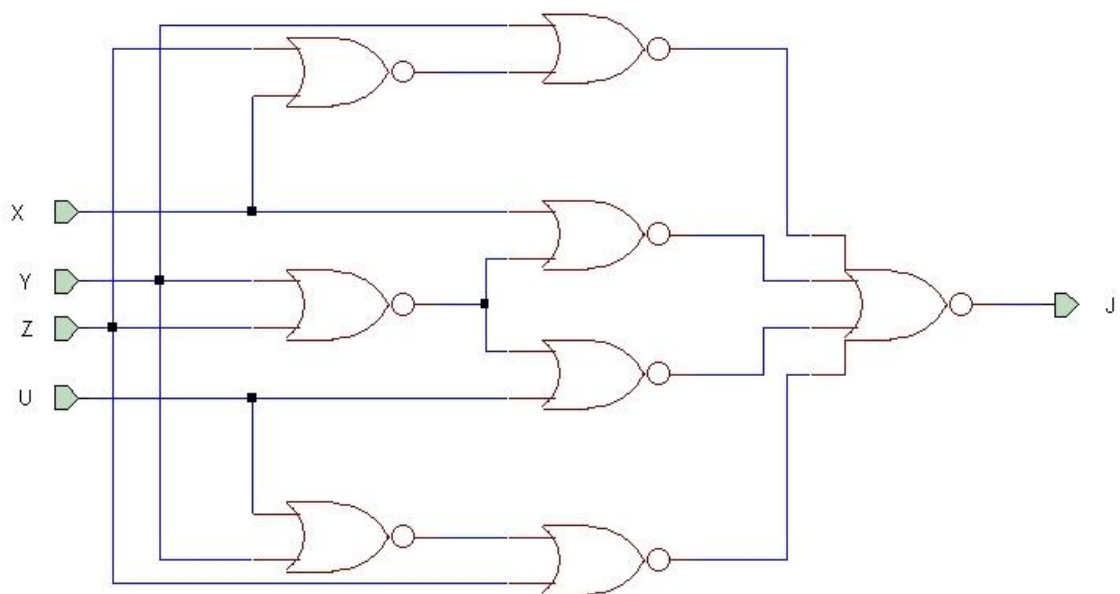
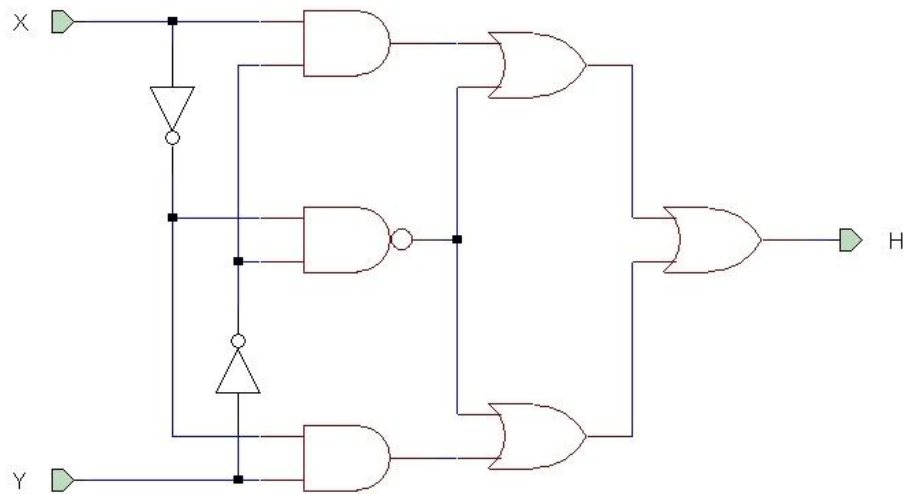
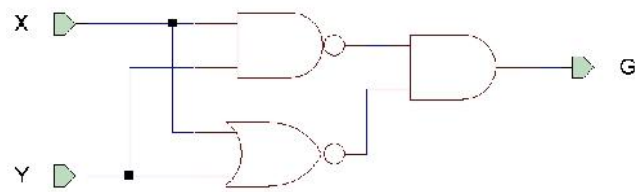
$$a- F = \bar{x}yz + \bar{y}(\bar{x}z + z)$$

$$b- G = (x + \bar{y} + \bar{z})(\bar{x} + yz)$$

$$c- H = (\bar{x}y + xz)(\bar{x} + \bar{y}z)$$

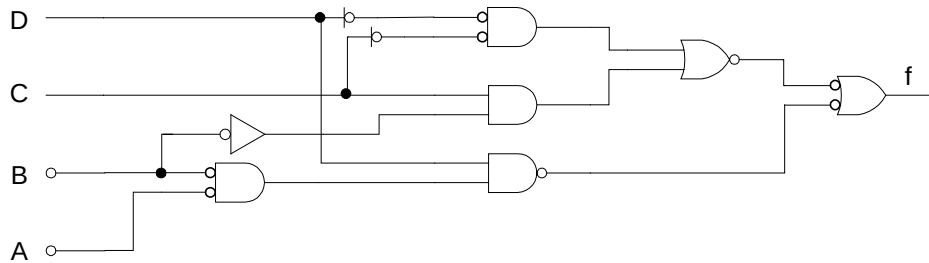
13. Obtener la función de conmutación sintetizada por los circuitos de la figura.



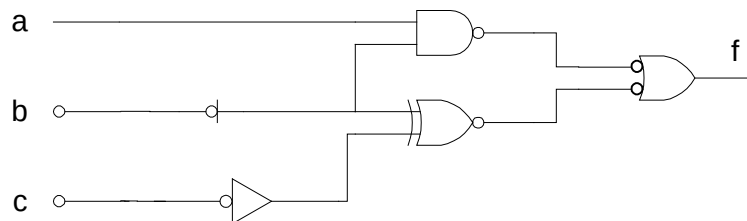


PROBLEMAS 4: CIRCUITOS DIGITALES COMBINACIONALES y BLOQUES COMBINACIONALES

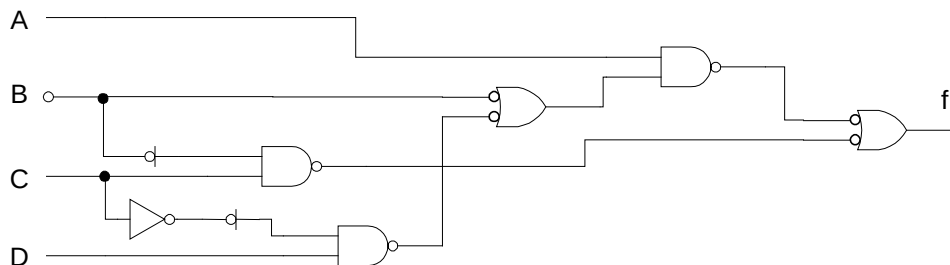
1. Analizar el circuito de la figura, e indicar qué función lógica realiza.



2. Analizar el circuito de la figura, e indicar qué función lógica realiza.



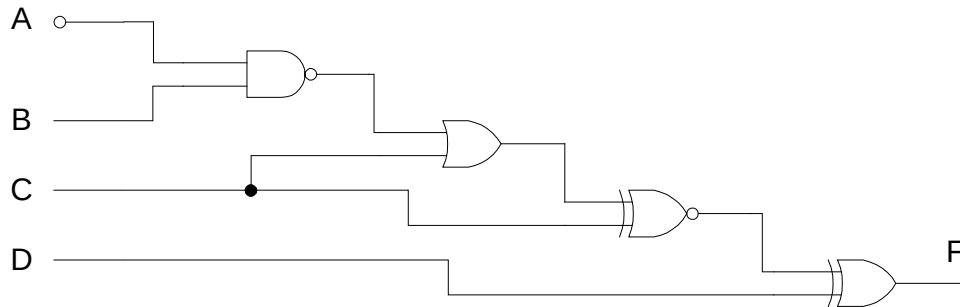
3. Analizar el circuito de la figura, e indicar qué función lógica realiza.



4. Dada la función $F = A \cdot B \cdot \bar{C} \cdot \bar{D} + A \cdot \bar{B} \cdot \bar{C} \cdot \bar{D} + A \cdot D + \bar{A} \cdot B \cdot D + \bar{A} \cdot \bar{B} \cdot C \cdot D$, se pide:

- Obtener su tabla de verdad y simplificarla por Karnaugh, obteniendo su expresión lógica como producto de sumas.
- Diseñar un circuito que realice esta función utilizando para ello **exclusivamente** puertas NAND de dos entradas

5. Decir qué función lógica realiza el circuito de la figura.



6. Sea una función $f(A,B,C,D)$ con la siguiente tabla de verdad:

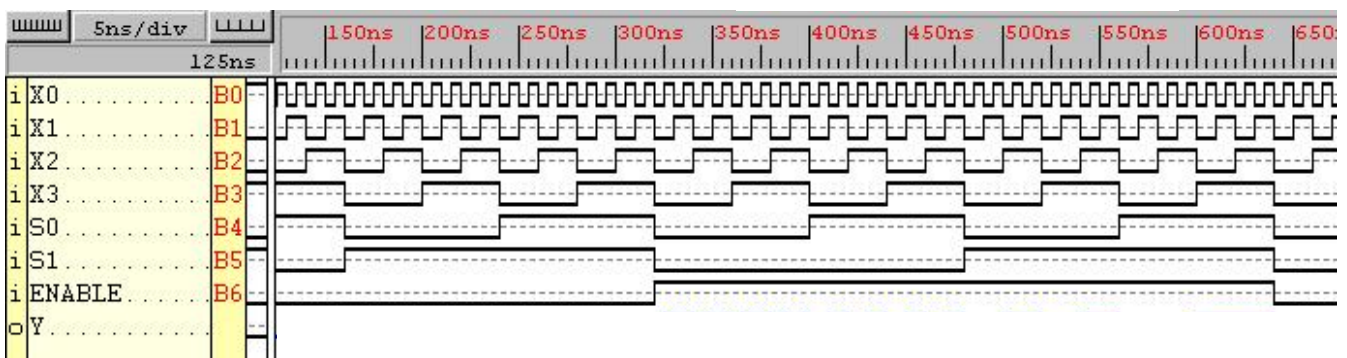
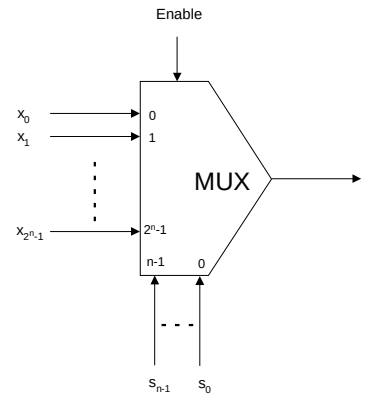
- Escribir la representación de f en forma de minterms y en forma de maxterms.
- Simplificar f en forma de suma de productos.
- Dibujar el circuito correspondiente a la función obtenida en b) utilizando únicamente puertas NAND e inversores.
- Simplificar f en forma de producto de sumas.
- Dibujar el circuito correspondiente a la función obtenida en d) utilizando únicamente puertas NOR e inversores.

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	1
0	1	0	1	1
0	1	1	0	0
0	1	1	1	1
1	0	0	0	1
1	0	0	1	0
1	0	1	0	1
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

7. Diseñar el circuito combinacional más sencillo posible que implemente la siguiente función lógica, utilizando únicamente puertas NAND de dos entradas y puertas NOT si son requeridas:

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

8. Dado el módulo combinacional de la figura se pide dibujar la forma de onda de la señal de salida para un multiplexor de 4 a 1.

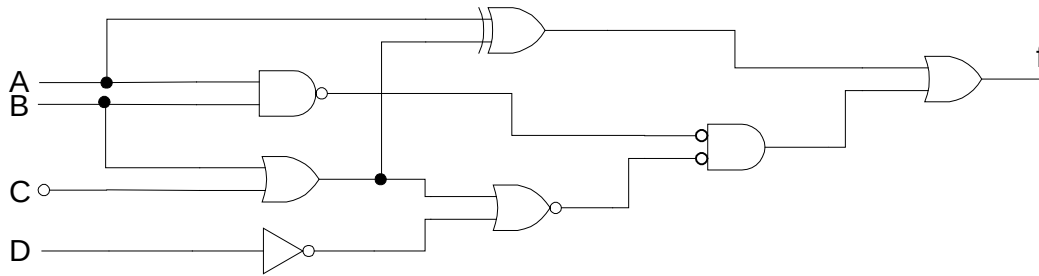


9. Dada la siguiente función lógica:

$$f(x, y, z, w) = x \cdot y \cdot z \cdot \bar{w} + x \cdot z \cdot (\bar{y} \cdot \bar{w} + y \cdot \bar{z}) + \bar{x} \cdot (y \cdot w + z \cdot \bar{w}) + \bar{x} \cdot (y + z)$$

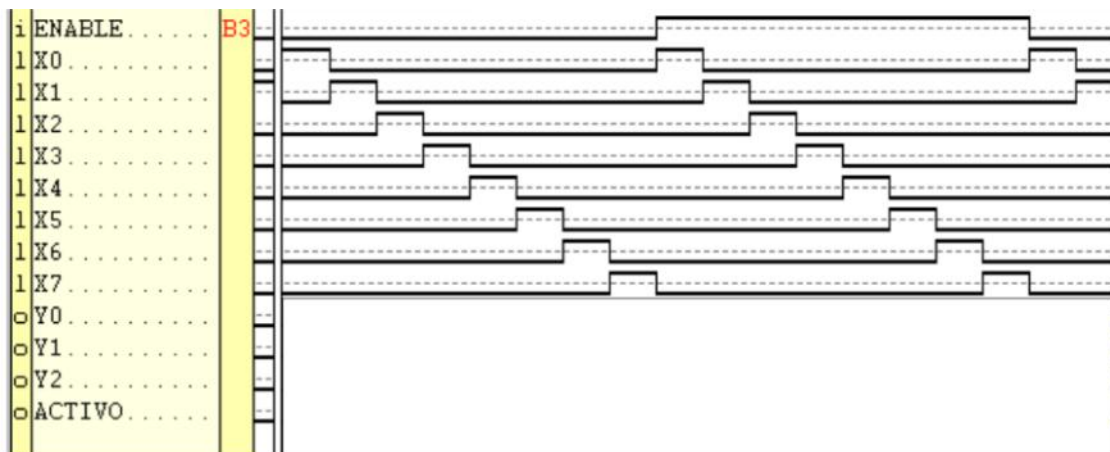
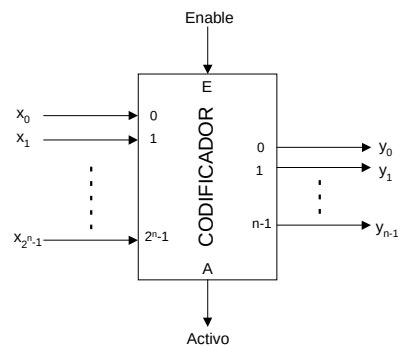
- Hallar su expresión en forma de suma de *minterms*.
- Simplificar al máximo la expresión anterior de la forma más conveniente.
- Materializar el sistema únicamente con puertas NAND e inversores.
- Materializar el sistema mediante un multiplexor de 8 a 1 y el menor número de puertas.
- Materializar el sistema mediante un multiplexor de 4 a 1 y el menor número de puertas.
- Materializar el sistema mediante una PLA de 3 entradas y 1 salida, y el menor número de puertas.

10. Dado el siguiente circuito combinacional:



- Analizarlo e indicar cuál es la función lógica que implementa, simplificándola al máximo.
- Materializar un circuito equivalente al anterior mediante un decodificador de 2 a 4 y las puertas lógicas necesarias. Se valorará la sencillez del circuito resultante.

11. Dado el módulo combinacional de la figura se pide dibujar las formas de onda de las señales de salida para un codificador sin prioridad de 8 a 3.

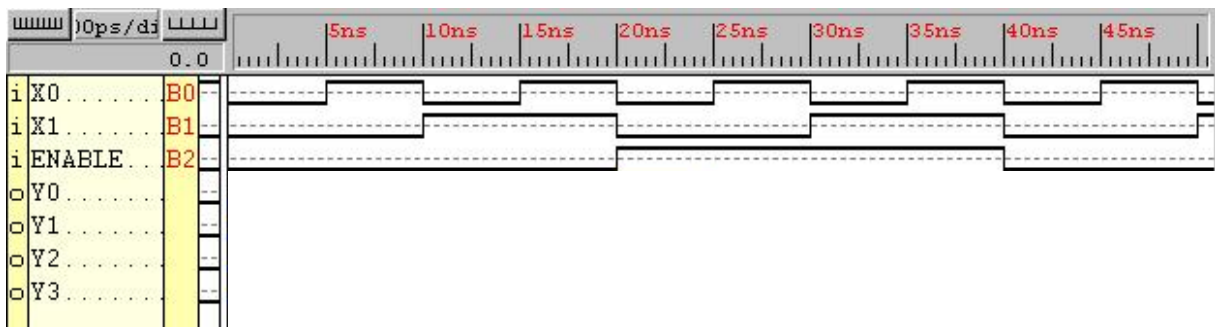
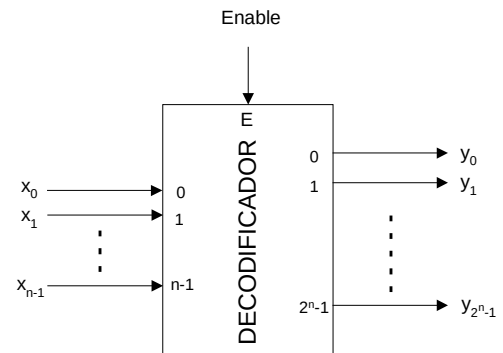


12. Diseñar un circuito combinacional que reciba como entrada un número de cuatro bits en binario puro $B = b_3b_2b_1b_0$, y que devuelva dos salidas Y y Z :

- $Y=1$ cuando B es múltiplo de 3, $Y=0$ en caso contrario.
- $Z=1$ cuando B es múltiplo de 5, $Z=0$ en caso contrario.

IMPORTANTE: Para el diseño se permitirá utilizar únicamente un decodificador de 4 entradas de datos activas por nivel alto y 16 salidas activas por nivel bajo y señal de habilitación activa por nivel bajo, más dos puertas NAND con tantas entradas cada una de ellas como sea preciso.

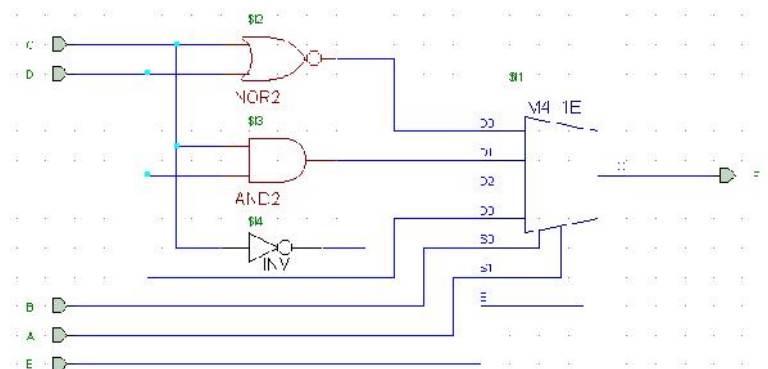
13. Dado el módulo combinacional de la figura se pide dibujar las formas de onda de las señales de salida para un decodificador de 2 a 4 y escribir sus ecuaciones de conmutación.

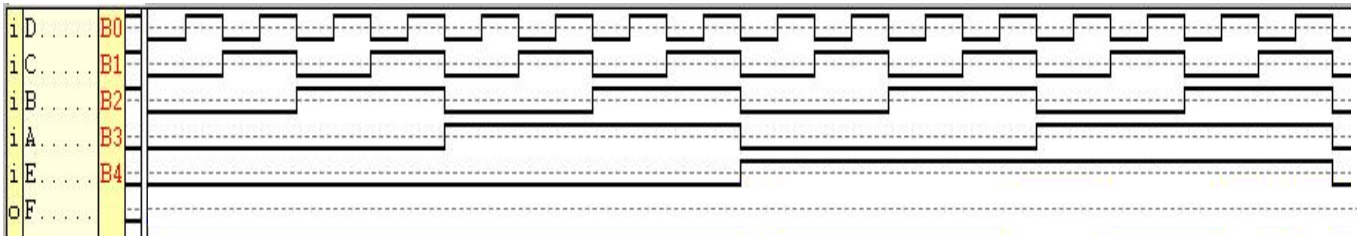


14. Para el sistema combinacional de 5 entradas $F(E,A,B,C,D)$ mostrado a la derecha se pide responder a lo siguiente:

Analizar el esquema generando la tabla de conmutación o de verdad del sistema.

Realizar la simulación del esquema generando la forma de onda de la salida F sobre la figura situada debajo.





15. A los lados de un río hay un hombre (H), un lobo (L), una oveja (V) y una col (C). El hombre no está hambriento, luego no tiene la menor intención de comer nada, pero además tampoco permite que ninguno de los demás coma. El lobo y la oveja sí que están hambrientos, pero el lobo (exclusivamente carnívoro) no podrá comerse a la oveja si el hombre está en su misma orilla y lo mismo le sucederá a la oveja (exclusivamente vegetariana) con la col. Se pide:

- Hallar la tabla de verdad de la función $F_c(H,L,V,C)$ sabiendo que debe valer 1 si alguien ha comido a alguien o a algo y 0 en caso contrario. Sugerencia: codificar las variables con 1 para la orilla izquierda y 0 para la derecha.
- Expresar la función en forma de producto de maxterms.
- Simplificar la función dejándola en forma de producto de sumas con variables simples, utilizando el método más conveniente.
- Materializar la función empleando únicamente puertas NOR (de dos o más entradas) e inversores.
- Materializar la función mediante un multiplexor de 8 entradas de datos, una salida y 3 señales de selección.
- Materializar la función mediante un decodificador de 4 a 16 y puertas lógicas.

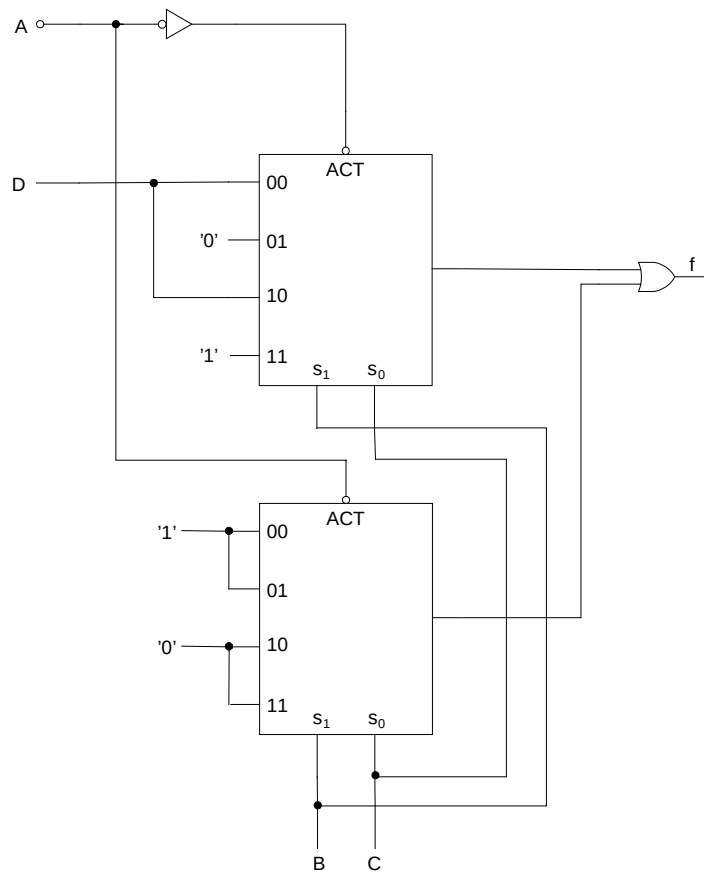
16. Se quiere diseñar un circuito combinacional que reciba como entrada un número $X(x_3, x_2, x_1, x_0)$ de 4 bits en binario puro, y que proporcione dos funciones de salida f_1 y f_2 tales que:

- f_1 devuelva un 1 cuando X sea múltiplo de 4 ó de 5, y un 0 en caso contrario (se supone que $X=0$ es múltiplo de cualquier número).
- f_2 devuelva un 1 cuando X tenga al menos dos bits a uno seguidos, y un 0 en caso contrario.

Se pide lo siguiente:

- Hallar la tabla de verdad de la función.
- Expresar ambas funciones en forma de suma de minterms.
- Simplificar ambas funciones de la forma más conveniente.
- Materializar ambas funciones en un único circuito mediante puertas NAND (de dos ó más entradas) e inversores.
- Materializar ambas funciones mediante una única PLA de 4 entradas y dos salidas, especificando el número de productos y sumas y sus conexiones internas.
- Materializar ambas funciones con multiplexores y el menor número posible de puertas lógicas básicas, seleccionando adecuadamente el número de entradas de datos y de selección de los multiplexores.

17. Dado el siguiente circuito



- Indicar la función lógica realizada por el circuito.
- Construir la tabla de verdad de la función.
- Simplificar la función por el método de Karnaugh.
- Utilizando el criterio de lógica mixta, dibujar un circuito que realice la función anterior, empleando únicamente puertas NAND de dos entradas.

18. Utilizando los bloques combinacionales estándares y las puertas lógicas necesarias, diseñar un circuito que, dados dos números de cuatro bits A y B en binario sin signo, proporcione a la salida el máximo de ambos.

19. Se pretende diseñar un restador de dos números de dos bits A (A_1A_0) y B (B_1B_0) dados en binario puro. El circuito tendrá tres salidas: el resultado de dos bits R (R_1R_0) y el acarreo deudor de salida C_s . Para implementarlo se cuenta únicamente con puertas NAND de dos o tres entradas y puertas NOT. Se pide:

- Hacer tabla de verdad para los tres bits de salida C_s , R_1 y R_0 .
- Simplificar al máximo las tres funciones por el método más conveniente.
- Implementar el circuito con las tres salidas utilizando las puertas mencionadas.

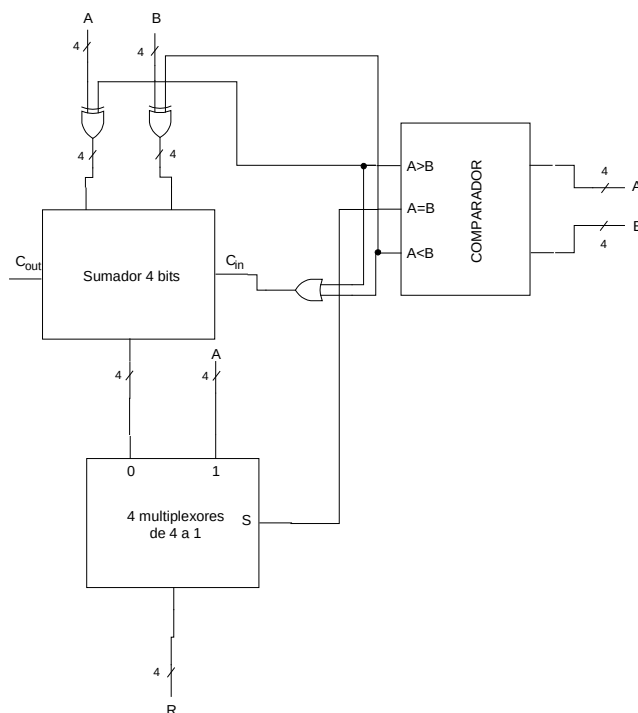
- d) Si se quisiera diseñar el circuito con una PLA y sin usar ninguna puerta lógica adicional, ¿cuál es el número mínimo de entradas, productos, sumas y salidas con que debería contar dicha PLA?

20. Utilizando los circuitos combinacionales estándares y las puertas lógicas que sean necesarias, diseñar un circuito combinacional que genere 4 bits de salida ($S_0 - S_3$), a partir de 6 bits de entrada ($E_{-1} - E_4$), desplazándolos según los valores que toman las entradas de control M_0 y M_1 :

M_0	M_1	Operación
0	0	Desplazamiento lógico a la derecha
0	1	Desplazamiento lógico-aritmético a la izquierda
1	0	Desplazamiento aritmético a la derecha
1	1	Rotación a la derecha

NOTA: Se recuerda que en la rotación el bit que se introduce es el mismo que rebosa al rotar, y que mientras en el desplazamiento lógico a la derecha se introducen ceros, en el aritmético se replica el bit de signo.

21. Analizar el circuito de la figura, e indicar qué operación realiza.



22. Se desea realizar un circuito de control para el toldo de una terraza de una vivienda. El toldo tiene la función tanto de dar sombra como de proteger del viento y de la lluvia. Así que es un toldo resistente al viento y a la lluvia, manteniendo la terraza seca en los días de lluvia. Para el circuito de control tenemos las siguientes entradas:

- Señal S: Indica si hay sol
- Señal L: Indica si llueve (no puede llover y estar soleado al tiempo)
- Señal V: Indica si hay mucho viento
- Señal F: Indica si hace frío en el interior de la casa.

Según los valores de estas entradas se bajará o subirá el toldo. Esto se realizará mediante la señal de salida BT (Bajar Toldo). Si BT='1' indica que el toldo debe estar extendido (bajado) y si BT='0' indica que el toldo debe estar recogido (subido).

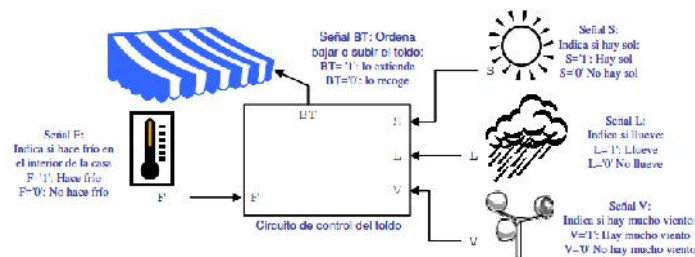
El circuito que acciona el toldo que debe funcionar según las siguientes características:

- Siempre que llueva.
- Si hace viento se debe extender el toldo para evitar que el viento moleste. Sin embargo, hay una excepción: aun cuando haya viento, si hace sol y hace frío en la casa, se recogerá el toldo para que el sol caliente la casa.
- Si no hace viento ni llueve, sólo se bajará el toldo en los días de sol y cuando haga calor en el interior, para evitar que se caliente mucho la casa.

Obtener:

- a) La tabla de verdad de la señal que controla el toldo (BT) a partir de las señales S, L, V y F.
- b) Simplificar la expresión lo más posible.
- c) Dibujar el esquema lógico.

El sistema se muestra en la figura.



23. Se quiere realizar un circuito para activar la alarma de incendios (A) para la evacuación de un edificio. Para ello se tiene un sensor de gases (G), un sensor de humos (H), y dos señales procedentes de un termómetro que indican si la temperatura es mayor de 45°C (T45) y si la temperatura es mayor de 60°C (T60). Debido a que a veces los sensores detectan humos y gases que no siempre proceden de incendios (por ejemplo de los cigarrillos o las cocinas), para evitar falsas alarmas, la señal A se activará cuando se cumplan las siguientes condiciones:

- Si la temperatura es mayor de 60°C siempre se activará la alarma
- Si la temperatura está entre 45°C y 60°C se activará la alarma sólo si han detectado gases o humos (o ambos).

- Si la temperatura es menor de 45°C se activará la alarma sólo si se detectan gases y humos

Resumiendo, las 4 señales binarias de entrada y la salida:

- G: vale '1' si se detecta GAS resultante de la combustión.

- H: vale '1' si se detecta HUMO.

- T45: vale '1' si la temperatura es superior a 45°C

- T60: vale '1' si la temperatura es superior a 60°C

La señal de salida A (alarma) se activará a nivel alto

Se pide

a) Obtener la función lógica del circuito de conmutación para A a partir del tratamiento booleano anterior.

b) Dibujar el esquema lógico.

c) Manipular la expresión de A algebraicamente para que se implemente sólo con puertas NAND de 2 entradas.

Soluciones:
22.

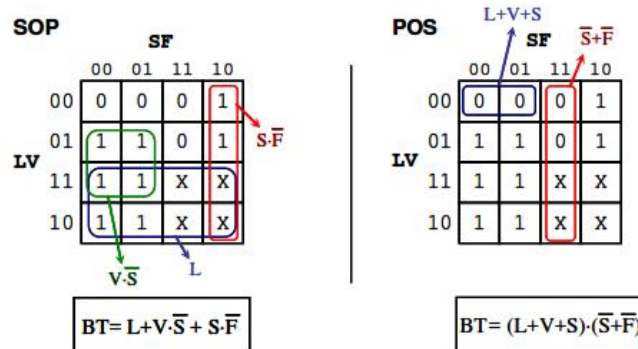
a) **Tabla de verdad**

(Otro orden de las variables en la tabla de verdad es igualmente válido)

L	V	S	F	BT
0	0	0	0	0
0	0	0	1	0
0	0	1	0	1
0	0	1	1	0
0	1	0	0	1
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	X
1	0	1	1	X
1	1	0	0	1
1	1	0	1	1
1	1	1	0	X
1	1	1	1	X

No llueve ni hace viento: sólo se baja el toldo cuando haga calor ($\bar{F}$) y haya sol (S), entonces en el resto de casos se sube el toldo (BT=0)
 No llueve ni hay viento, hace calor y hay sol: se baja el toldo (BT=1)
 Hace viento, se baja el toldo (menos cuando hace frío y haya sol)
 Hace frío y sol, se sube el toldo (BT=0)
 Lluvia y sol: no se considera posible
 Lluvia: se baja el toldo (BT=1)
 Lluvia y sol: no se considera posible

c) **Expresión reducida en suma de productos y productos de sumas**



d) **Esquema en puertas**

