

FUNDAMENTOS DE COMPUTADORES

Ejercicios U2: Circuitos Combinacionales

U2_1. Se desea transmitir las primeras cuatro letras del alfabeto de un ordenador ORD1 a otro ORD2. En el primero, las cuatro letras están codificadas en una palabra de tres bits ($X_1X_2X_3$) y en el segundo tan sólo en dos, (Y_1Y_2), según la tabla adjunta. Se pide realizar y dibujar un circuito combinacional que, utilizando sólo puertas NAND, sirva para realizar la conversión de código tal y como muestra la figura. **NOTAS:** Con una "X" se indica en la tabla que la variable puede tomar cualquier valor entre los posibles. Notar que la letra "A" tiene dos posibles codificaciones, 01X o 100.

	A	B	C	D
X1	0 ó 1	1	0	1
X2	1 ó 0	1	0	0
X3	X ó 0	X	X	1
Y1	0	0	1	1
Y2	0	1	0	1



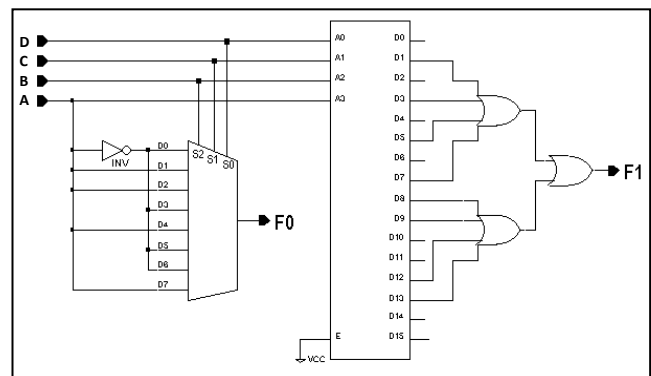
Solución:

$$Y_1 = \overline{X_1 X_2} \overline{X_2 X_3}$$

$$Y_2 = \overline{X_1 \cdot X_2 \cdot X_1 \cdot X_3}$$

U2_2. Dado el circuito de la figura, formado por un decodificador 4-16 y un multiplexor 8-1, se pide:

- Deducir la tabla de la verdad del sistema
- Simplificar las funciones lógicas F_1 y F_0
- Obtener expresiones que utilicen sólo puertas XOR y algún inversor si es necesario para F_0 y sólo puertas NAND para F_1



Solución:

$$a) F_0 = \sum m(0, 3, 5, 6, 9, 10, 12, 15);$$

$$F_1 = \sum m(1, 3, 5, 7, 8, 9, 12, 13)$$

$$b) F_0 = \overline{A} \overline{B} \overline{C} \overline{D} + \overline{A} \overline{B} C D + \overline{A} B \overline{C} D + \overline{A} B C \overline{D} + \overline{A} B C D + \overline{A} B \overline{C} \overline{D} + A B \overline{C} \overline{D} + A B C D$$

$$F_1 = \overline{A} D + A \overline{C}$$

$$c) F_0 = \overline{(A \oplus B \oplus C \oplus D)}$$

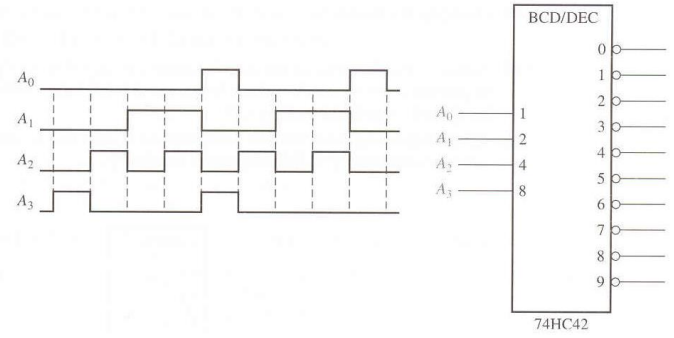
$$F_1 = \overline{A \overline{C} \overline{A} D}$$

FUNDAMENTOS DE COMPUTADORES

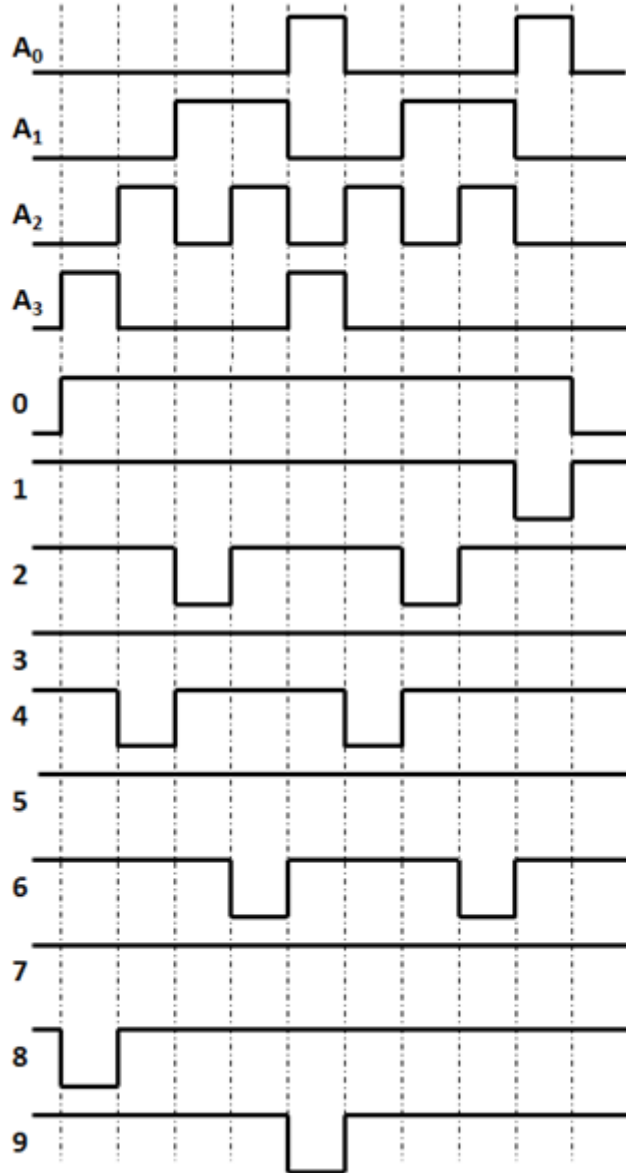
Ejercicios U2: Circuitos Combinacionales

U2_3. Se aplican secuencialmente los números BCD al conversor BCD-Decimal de la siguiente figura (la activación de las salidas es a nivel BAJO):

Dibujad un diagrama de tiempos que muestre cada salida en relación con el resto de las señales de salida y con las entradas (suponed A_0 LSB y A_3 MSB del BCD).



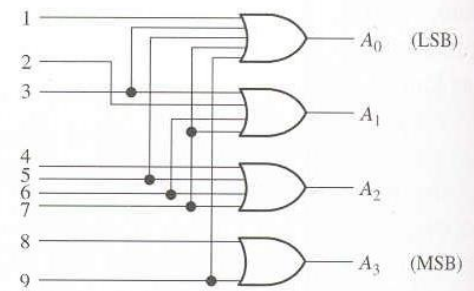
Solución:



FUNDAMENTOS DE COMPUTADORES

Ejercicios U2: Circuitos Combinacionales

U2_4. Suponga que el codificador lógico decimal-BCD de la siguiente figura tiene las entradas 3 y 9 a nivel ALTO. ¿Cuál es el código de salida? ¿Es éste un código BCD válido?



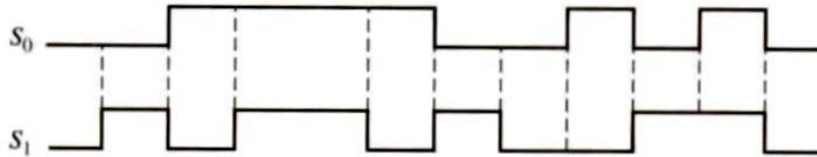
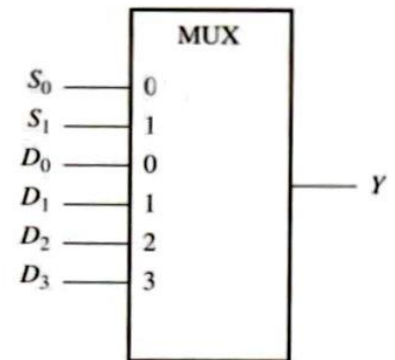
Solución:

$A_3A_2A_1A_0 = 1011$. Código BCD no válido.

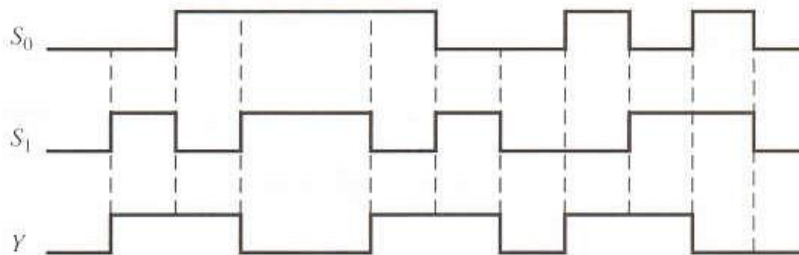
U2_5. Suponga que tenemos un multiplexor como el de la figura siguiente, en el que sus entradas S_0 y S_1 se secuencian como se muestra al final de la misma figura en el diagrama de tiempos.

Determine la onda de salida cuando las líneas contienen:

$D_0 = D_3 = 0$, $D_1 = D_2 = 1$.

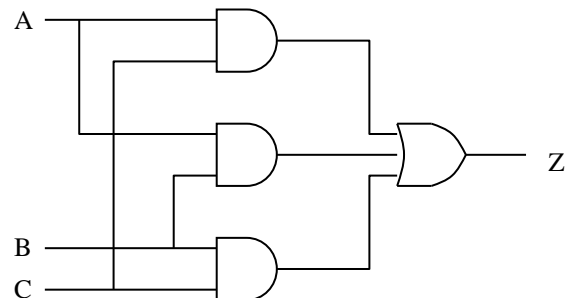


Solución:



U2_6. Escriba el circuito de la figura:

- Utilizando sólo puertas NAND.
- Utilizando sólo puertas NOR.



Solución:

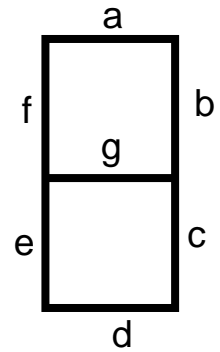
a) $Z = \overline{\overline{AC} \overline{AB} \overline{BC}}$

b) $Z = \overline{\overline{A + C} \overline{A + B} \overline{B + C}}$

FUNDAMENTOS DE COMPUTADORES

Ejercicios U2: Circuitos Combinacionales

U2_7. Utilizando tablas de Karnaugh, calcular las 7 expresiones lógicas correspondientes a cada uno de los segmentos de un visualizador que utilice entradas BCD (siendo D₃ el bit MSB y D₀ el LSB) activas en alto y que active los elementos del visualizador en alto.



Solución:

BCD	D ₃	D ₂	D ₁	D ₀	a	b	c	d	e	f	g
0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	0
1	0	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0
2	0	0	1	0	1	1	0	1	1	0	1
3	0	0	1	1	1	1	1	1	0	0	1
4	0	1	0	0	0	1	1	0	0	1	1
5	0	1	0	1	1	0	1	1	0	1	1
6	0	1	1	0	1	0	1	1	1	1	1
7	0	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0
8	1	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1
9	1	0	0	1	1	1	1	1	0	1	1
10	1	0	1	0	X	X	X	X	X	X	X
11	1	0	1	1	X	X	X	X	X	X	X
12	1	1	0	0	X	X	X	X	X	X	X
13	1	1	0	1	X	X	X	X	X	X	X
14	1	1	1	0	X	X	X	X	X	X	X
15	1	1	1	1	X	X	X	X	X	X	X

$$a = D_3 + D_1 + D_2 D_0 + \overline{D_2}$$

$$b = D_1 D_0 + \overline{D_2} + \overline{D_1} \overline{D_0}$$

$$c = \overline{D_1} + D_2 + D_0$$

$$d = D_3 + D_1 \overline{D_0} + \overline{D_2} \overline{D_0} + \overline{D_2} D_1 + D_2 \overline{D_1} D_0$$

$$e = D_1 \overline{D_0} + \overline{D_2} \overline{D_0}$$

$$f = D_3 + \overline{D_1} \overline{D_0} + D_2 \overline{D_1} + D_2 \overline{D_0}$$

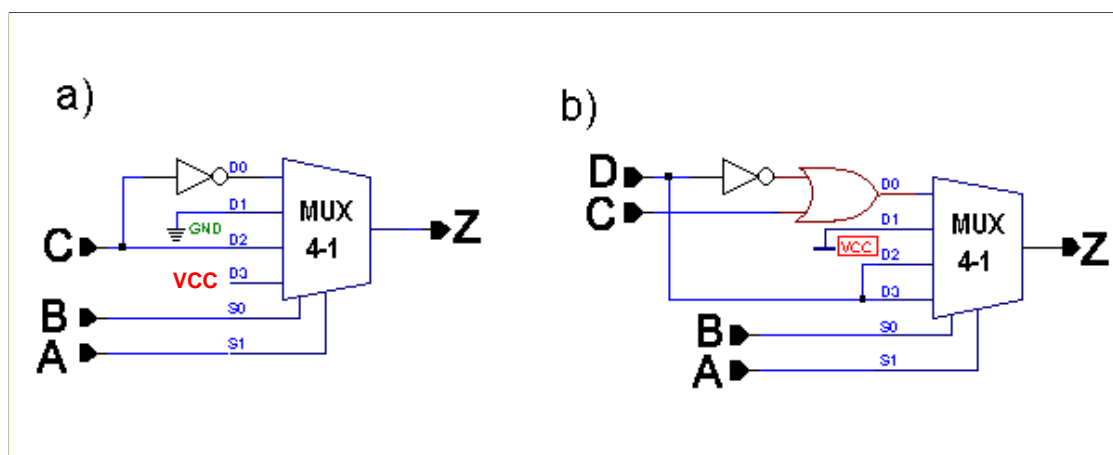
$$g = D_3 + D_1 \overline{D_0} + \overline{D_2} D_1 + D_1 \overline{D_0}$$

U2_8. Utilizando un multiplexor 4-1, se pide realizar un circuito que cumpla la función:

a) $Z = AB + AC + \overline{A} \overline{B} \overline{C}$ b) $Z = \overline{A} B + AD + CD + \overline{A} \overline{D}$

NOTA: Añadir alguna puerta si fuera necesario. Utilizar las variables A y B como control.

Solución:



FUNDAMENTOS DE COMPUTADORES

Ejercicios U2: Circuitos Combinacionales

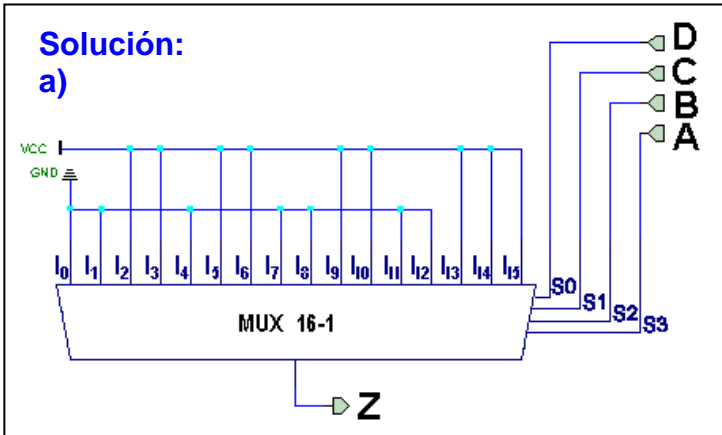
U2_9. Obtenga la función $S(A,B,C,D) = \Sigma m(2,3,5,6,9,10,13,14,15)$

- Utilizando un multiplexor de 16 entradas
- Utilizando un multiplexor de 8 entradas
- Utilizando un multiplexor de 4 entradas

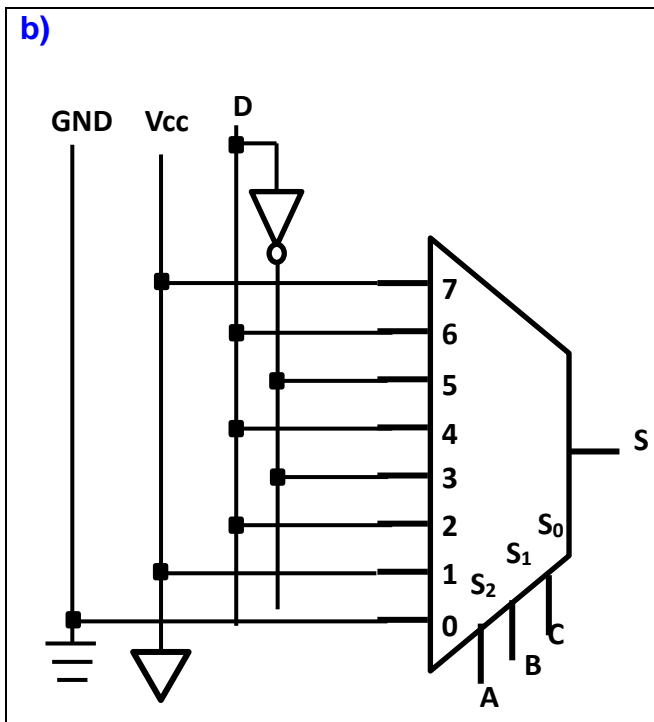
Añadir en cada caso el mínimo número de puertas lógicas necesarias, utilizando en cada caso las variables de más peso como control.

Solución:

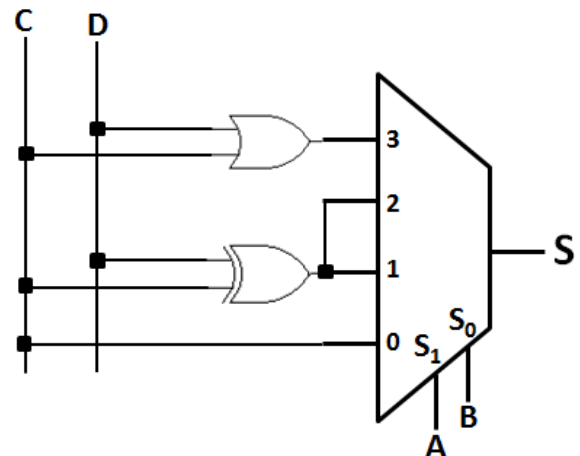
a)



b)



c)

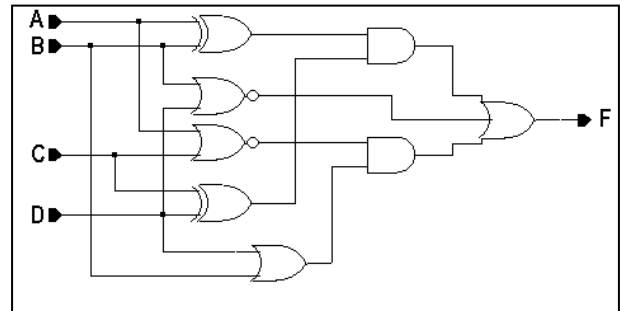
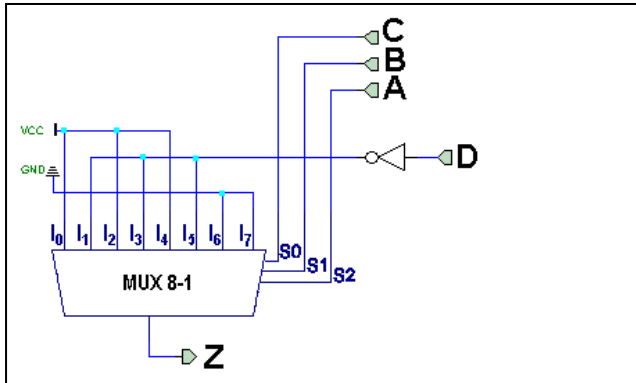


FUNDAMENTOS DE COMPUTADORES

Ejercicios U2: Circuitos Combinacionales

U2_10. Dado el circuito de la figura, se pide realizar la misma función lógica utilizando un multiplexor 8-1 y el mínimo número de puertas lógicas necesarias, utilizando las variables A, B y C como control.

Solución:

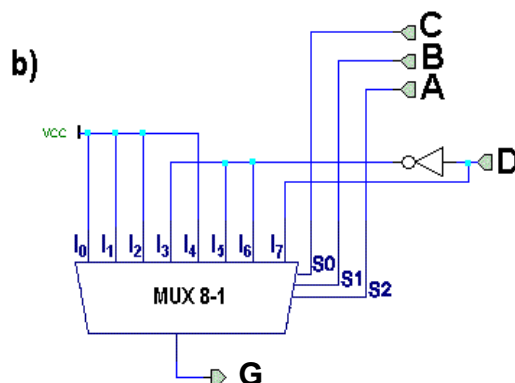
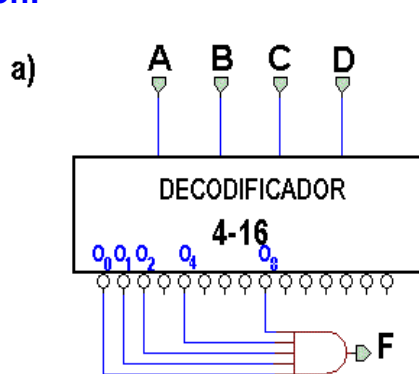


U2_11. Un cierto circuito lógico con 4 variables de entrada A, B, C, y D sirve para resolver las funciones lógicas F y G. La función F vale '1' siempre que valgan '1' dos o más señales de la entrada, en otro caso F vale '0'. La función G vale '1' siempre que valga '1' un número par de señales de la entrada, en otro caso G es el complemento de F. Se pide:

- Diseñar un circuito para la función F que utilice un decodificador 4-16, con salidas activas a nivel bajo y el mínimo número de puertas lógicas necesarias
- Diseñar un circuito para la función G que utilice únicamente un multiplexor 8-1 y el mínimo número de puertas lógicas necesarias
- Diseñar un circuito para las funciones F y G que utilice el mínimo número de puertas utilizando sólo puertas NAND

Utilizar las variables más representativas como control.

Solución:

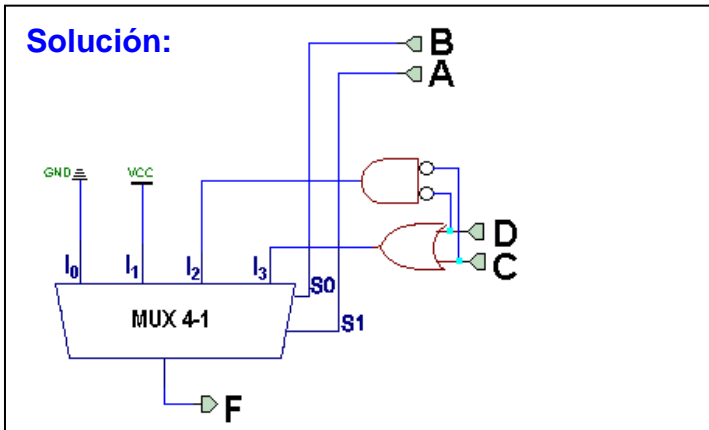


FUNDAMENTOS DE COMPUTADORES

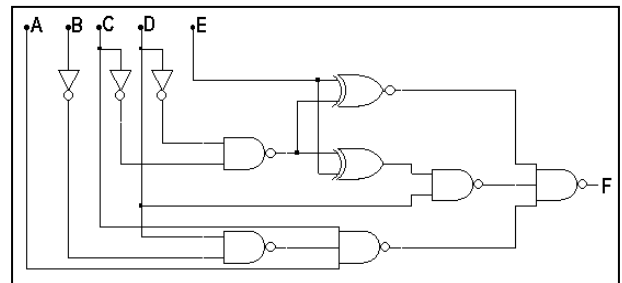
Ejercicios U2: Circuitos Combinacionales

U2_12. Implemente la función $F(A,B,C,D) = \sum m(4,5,6,7,8,13,14,15)$, utilizando un multiplexor 4-1 y el mínimo número de puertas lógicas. Utilizad las variables de más peso como control.

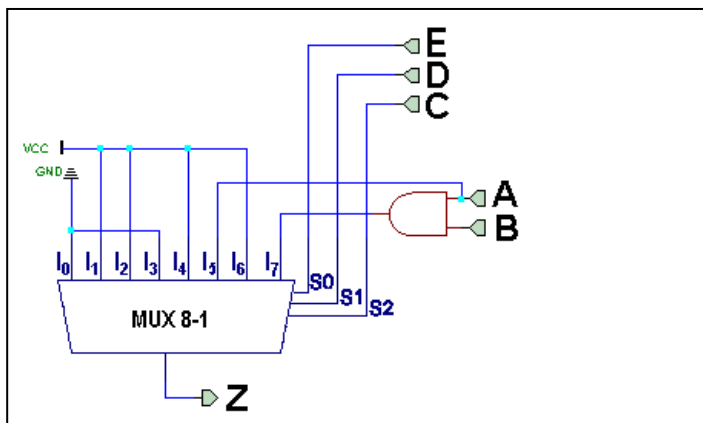
Solución:



U2_13. Se desea realizar la misma función lógica de 5 variables que realiza el circuito de la figura, pero utilizando un multiplexor 8-1. Utilizad las variables C, D y E como líneas de control de mayor a menor peso respectivamente.



Solución:

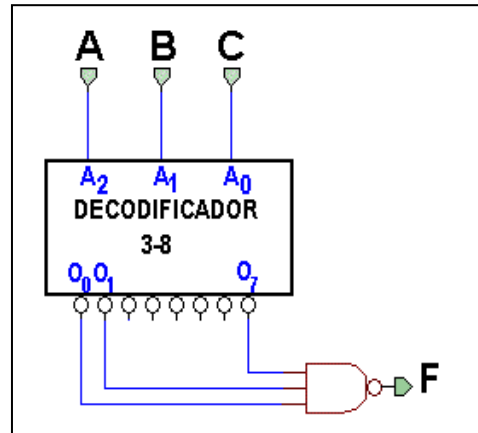


FUNDAMENTOS DE COMPUTADORES

Ejercicios U2: Circuitos Combinacionales

U2_14. Dada la función de tres variables $F = (A \oplus \overline{B}) (C + \overline{B})$, se pide implementarla utilizando un decodificador 3-8 con salidas activas en bajo y el mínimo número de puertas. Tomar A como la variable de mayor peso.

Solución:

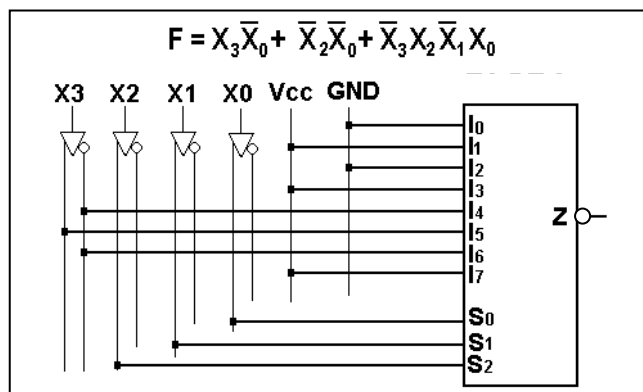
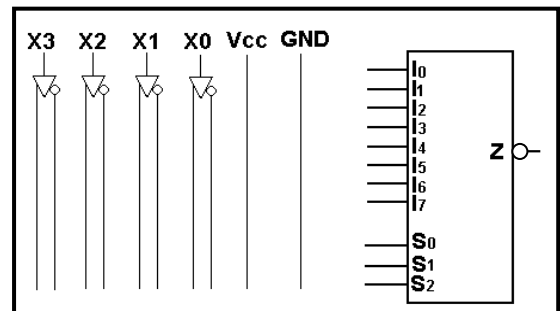


U2_15. Dada la función de 4 variables $f(X_3, X_2, X_1, X_0) = \sum m(0, 2, 5, 8, 10, 12, 14)$, donde X_3 es el bit más significativo, se pide, utilizando como control las variables de menos peso:

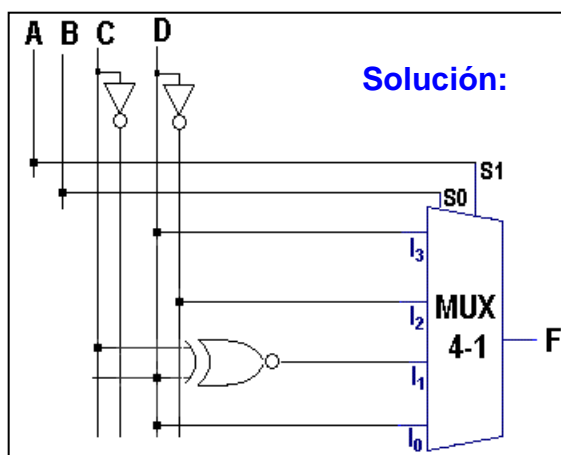
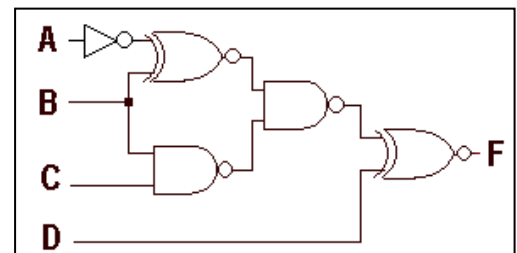
a) Materializar dicha función utilizando un multiplexor como el de la figura. Recordad que la salida de este circuito es activa a nivel bajo. Realizar las conexiones correspondientes en el esquema como el de la figura.

b) Utilizando un mapa de Karnaugh, simplificar la función f.

c) Solución:



U2_16. Dado el circuito de la figura se pide, resolver la misma función utilizando un multiplexor 4-1. Utilizar las variables A y B como señales de control S1 y S0 respectivamente.



FUNDAMENTOS DE COMPUTADORES

Ejercicios U2: Circuitos Combinacionales

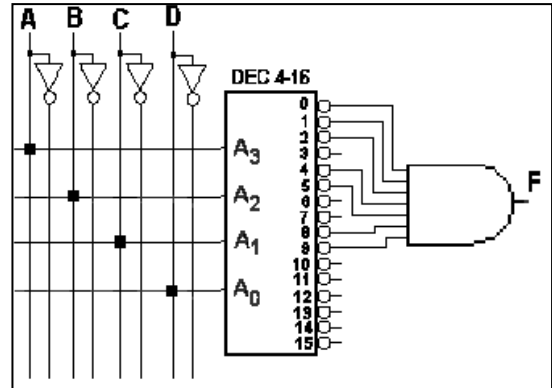
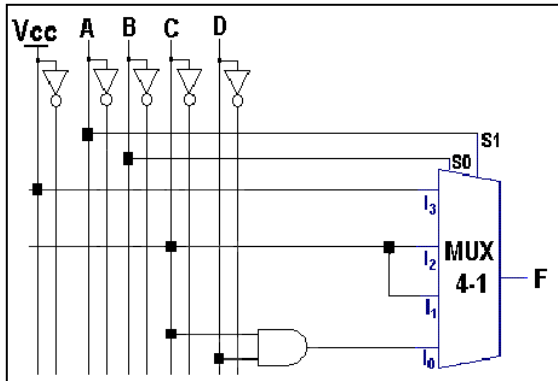
U2_17. Dada la función de 4 variables $F(ABCD) = AB + AC/D + BC + CD$. Se pide:

a) Diseñarla utilizando el multiplexor 4-1.

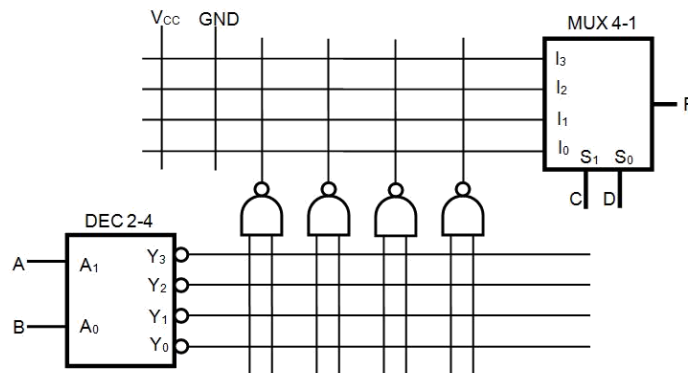
b) Diseñarla utilizando el decodificador 4-16 con salidas activas en bajo.

Añadir en cada caso las puertas adicionales mínimas que se consideren necesarias.

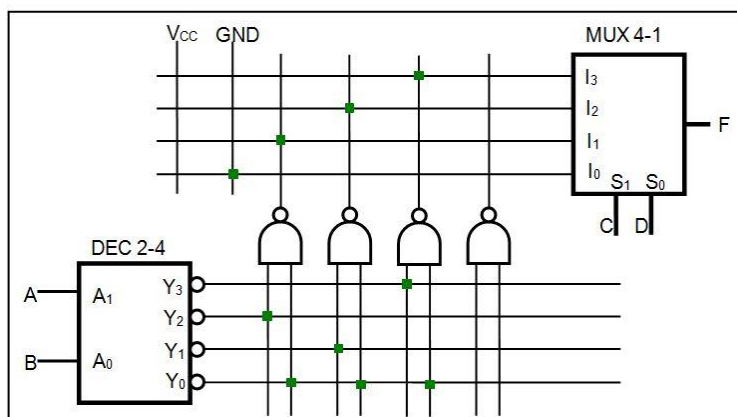
Solución:



U2_18. Dada la función lógica $F(A,B,C,D) = \sum m(1,2,3,6,9,15)$, impleméntela utilizando EXCLUSIVAMENTE los dispositivos de la figura adjunta, marcando con un punto o una cruz los cables que están conectados.



Solución:

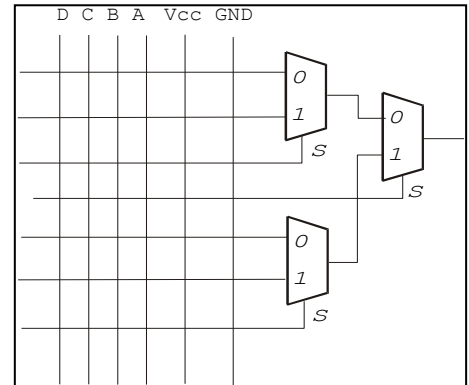
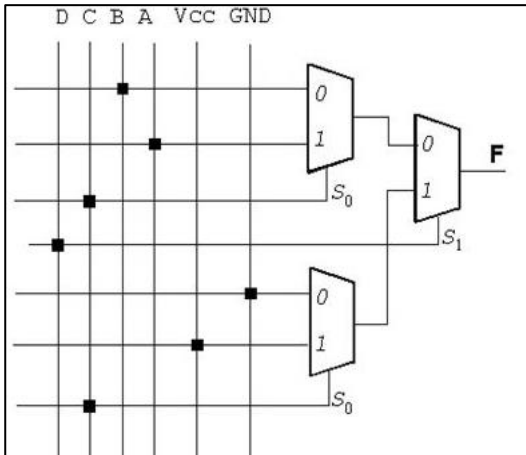


FUNDAMENTOS DE COMPUTADORES

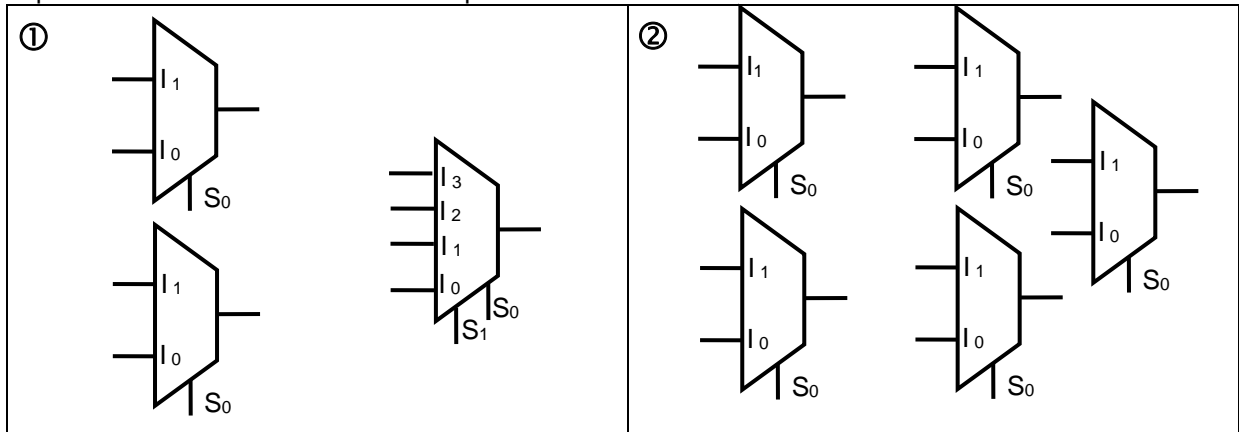
Ejercicios U2: Circuitos Combinacionales

U2_19. Los multiplexores 2-1 de la figura tienen una señal de control S y dos entradas ($S=0$ selecciona la entrada como 0). Se quiere implementar la función lógica $F(D, C, B, A) = \Pi M(0, 1, 4, 6, 8, 9, 10, 11)$ completando las conexiones en la figura. La variable D es la más significativa. Indique con una x los cables que deben quedar unidos.

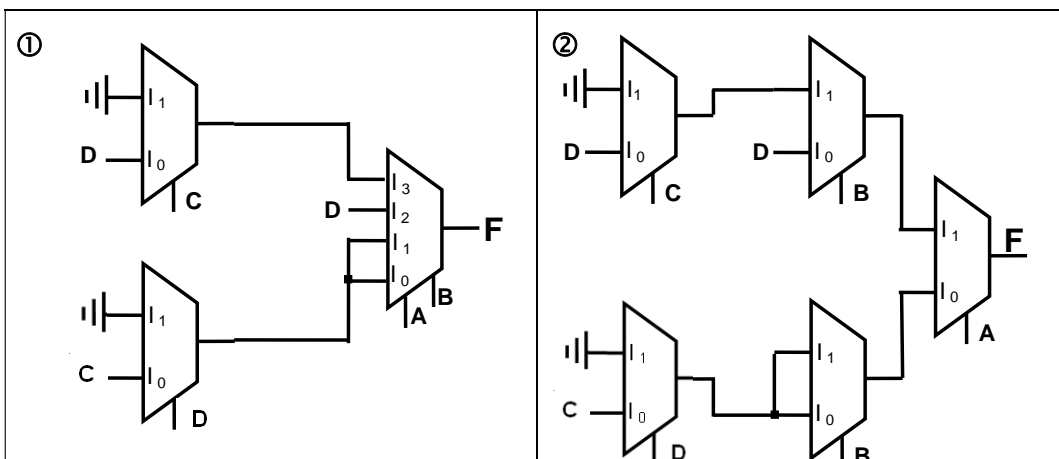
Solución:



U2_20. Se pide implementar la función $F(A,B,C,D) = \Sigma m(2,6,9,11,13)$, utilizando exclusivamente, todos los multiplexores de cada uno de los dos esquemas mostrados.



Solución:



FUNDAMENTOS DE COMPUTADORES

Ejercicios U2: Circuitos Combinacionales

- U2_21.** En la siguiente tabla se muestran los datos X e Y de dos bits (X_1X_0 e Y_1Y_0) en complemento a dos.
- Escriba en una la tabla la suma de dichos datos ($S_2S_1S_0$). Tenga en cuenta que, como los números vienen dados en complemento a dos, el resultado también estará en complemento a dos.
 - Expresé en maxterms la función S_2 . Expresé también S_2 en la forma más simplificada posible como producto de sumas.

Solución:

a)

X_1	X_0	Y_1	Y_0	S_2	S_1	S_0	X_1	X_0	Y_1	Y_0	S_2	S_1	S_0
0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1	0
0	0	0	1	0	0	1	1	0	0	1	1	1	1
0	0	1	0	1	1	0	1	0	1	0	1	0	0
0	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	0	1
0	1	0	0	0	0	1	1	1	0	0	1	1	1
0	1	0	1	0	1	0	1	1	0	1	0	0	0
0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	1	0	1
0	1	1	1	0	0	0	1	1	1	1	1	1	0

$$c) S_2 = \prod M(0,1,4,5,7,13) = (X_1 + X_0 + Y_1 + Y_0) (X_1 + X_0 + Y_1 + \overline{Y_0}) (X_1 + \overline{X_0} + Y_1 + Y_0) (X_1 + \overline{X_0} + Y_1 + \overline{Y_0}) (X_1 + \overline{X_0} + \overline{Y_1} + \overline{Y_0}) (\overline{X_1} + \overline{X_0} + Y_1 + \overline{Y_0})$$

$$S_2 = (X_1 + Y_1) (X_1 + \overline{X_0} + \overline{Y_0}) (\overline{X_0} + Y_1 + \overline{Y_0})$$

U2_22. Para el llenado de un depósito de agua se cuenta con dos electroválvulas F1 y F2 que suministran un caudal de 50 y 10 litros/minuto respectivamente. Para ello se tendrán en cuenta los siguientes criterios:

- Cuando la cantidad de agua existente en el depósito se encuentre entre el 0 y el 60% de la capacidad total, se deberá llenar el depósito a razón de 60 litros/minuto.
- Si el nivel de agua se encuentra entre el 60 y el 90% la velocidad de llenado será de 50 litros/minuto.
- Si el nivel se encuentra entre el 90 y el 100% se procederá a terminar de llenar el depósito con un caudal de 10 litros/minuto.
- Si el nivel ha llegado a su punto máximo, es decir, al 100% se deben cerrar ambas electroválvulas.

Se dispone de 3 sensores (S_1 , S_2 , y S_3) que permiten determinar el nivel del depósito en cada momento, de manera que:

- En el sensor S_1 aparece un '1' cuando hemos llegado al 100% de la capacidad del depósito.
- Aparecerá un '1' en el sensor S_2 si la cantidad de agua que existe en el depósito supera el 90%.
- Y por último, el sensor S_3 nos indica mediante un '1' si el nivel se encuentra por encima del 60%.

Se pide:

- La tabla de verdad del sistema.
- Implemente el control del actuador F1 utilizando un decodificador 3-8 con las salidas activas en bajo y la puerta lógica más simple que pueda necesitar.
- Implemente el control del actuador F2 utilizando un multiplexor 4-1, con el mínimo número de puertas adicionales.

Nota1: Se considera que una electroválvula está abierta, es decir, permite el paso del agua, cuando recibe un '1'; en caso contrario se encuentra cerrada.

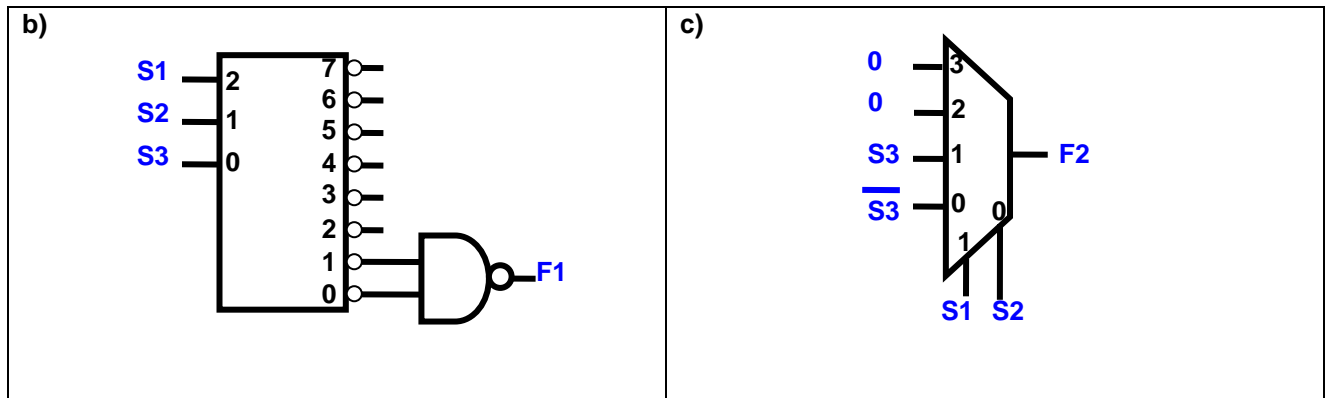
Nota2: Para aquellas combinaciones de los sensores que no puedan darse, la salida de los actuadores (F_1 y F_2) serán consideradas como "0".

SOLUCION: a)

S_1	S_2	S_3	F_1	F_2
0	0	0	1	1
0	0	1	1	0
0	1	0	0	0
0	1	1	0	1
1	0	0	0	0
1	0	1	0	0
1	1	0	0	0
1	1	1	0	0

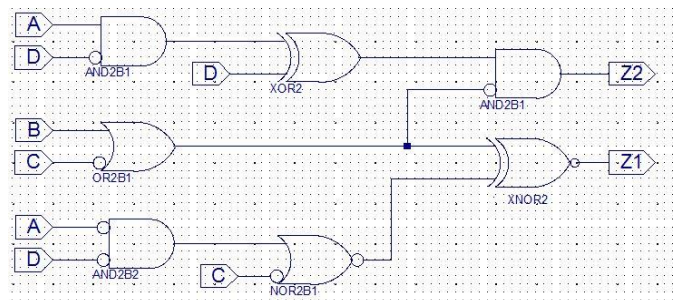
FUNDAMENTOS DE COMPUTADORES

Ejercicios U2: Circuitos Combinacionales



U2_23. Dado el circuito de la figura se pide:

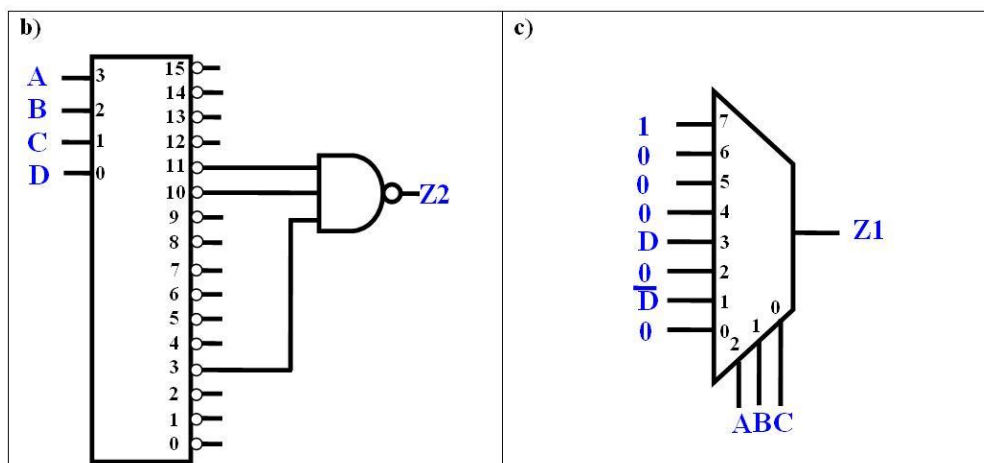
- Escriba la tabla de verdad del sistema.
- Implemente la función Z2 utilizando un decodificador 4-16 con las salidas activas en bajo y la puerta lógica más simple que pueda necesitar.
- Implemente la función Z1 utilizando un multiplexor 8-1, con el mínimo número de puertas adicionales. Utilice las variables A, B y C como variables de control, tomando A como la más significativa.



Nota: Señale el orden de las entradas de los circuitos y las entradas y salidas, que en cada caso se conectan.

SOLUCIÓN: a)

Nº	A	B	C	D	Z2	Z1	Nº	A	B	C	D	Z2	Z1
0	0	0	0	0	0	0	8	1	0	0	0	0	0
1	0	0	0	1	0	0	9	1	0	0	1	0	0
2	0	0	1	0	0	1	10	1	0	1	0	1	0
3	0	0	1	1	1	0	11	1	0	1	1	1	0
4	0	1	0	0	0	0	12	1	1	0	0	0	0
5	0	1	0	1	0	0	13	1	1	0	1	0	0
6	0	1	1	0	0	0	14	1	1	1	0	0	1
7	0	1	1	1	0	1	15	1	1	1	1	0	1



FUNDAMENTOS DE COMPUTADORES

Ejercicios U2: Circuitos Combinacionales

U2_24. Dada la función de 4 variables $F(A,B,C,D) = \Pi M(0,5,7,9,10,12,14,15)$, se pide:

- Escriba la tabla de verdad del sistema.
- Implemente la función utilizando el mínimo número de puertas y un multiplexor 8-1. Utilice en el control del multiplexor las variables más significativas.
- Implemente la función utilizando el mínimo número de puertas y un multiplexor 4-1. Utilice en el control del multiplexor las variables más significativas.

NOTA: En todos los circuitos se debe especificar el orden de prioridad de las entradas y en todas ellas se debe señalar la variable de entrada a la que se asocia.

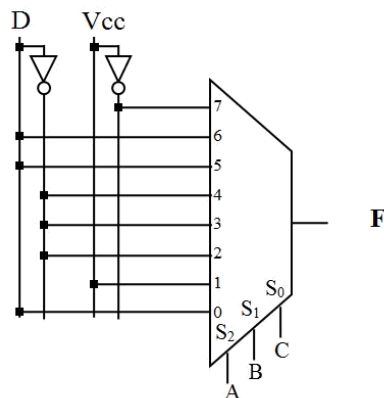
Solución: a)

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

b) Con un MUX 8-1

$$I_0 = D; \quad I_1 = 1; \quad I_2 = \overline{D}; \quad I_3 = \overline{D}$$

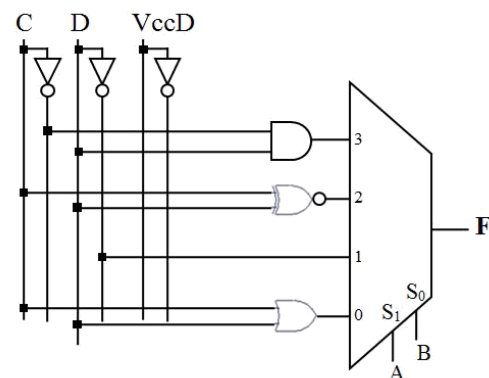
$$I_4 = \overline{D}; \quad I_5 = D; \quad I_6 = D; \quad I_7 = 0$$



c) Con un MUX 4-1

$$I_0 = (C+D); \quad I_1 = \overline{D}$$

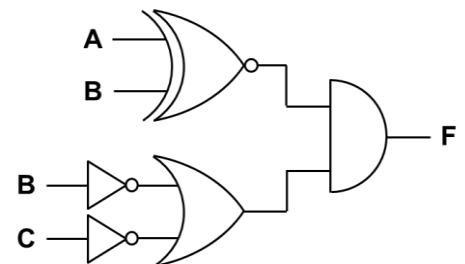
$$I_2 = (C \oplus D); \quad I_3 = \overline{C} \cdot D$$



U2_25. Dado el circuito de la figura, se pide:

- Escriba la tabla de verdad del sistema.
- Implemente la función utilizando un decodificador con salidas activas a nivel alto y el mínimo número de puertas del menor tamaño posible. Utilice A como variable más significativa.
- Implemente la función utilizando un decodificador con salidas activas a nivel bajo y el mínimo número de puertas del menor tamaño posible. Utilice A como variable más significativa.

NOTA: En todos los circuitos se debe especificar el orden de prioridad de las entradas y en todas ellas se debe señalar la variable de entrada a la que se asocia.



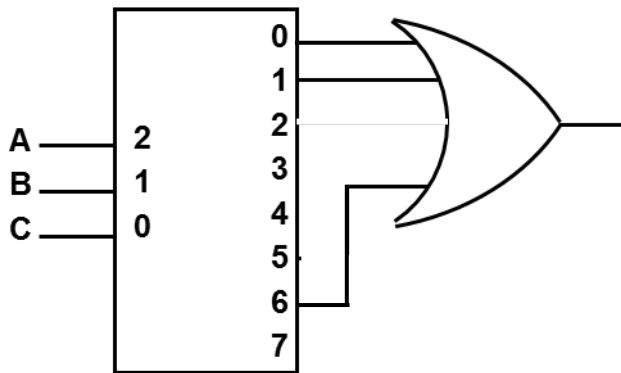
FUNDAMENTOS DE COMPUTADORES

Ejercicios U2: Circuitos Combinacionales

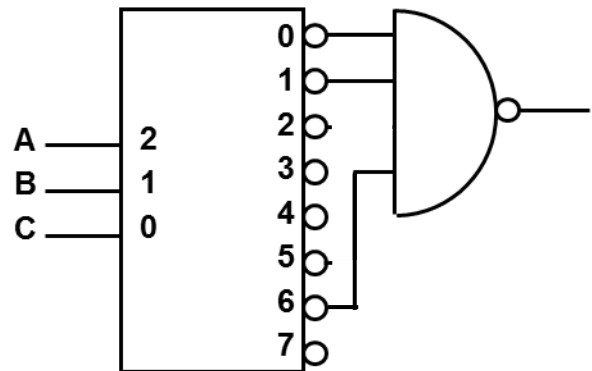
Solución: a)

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

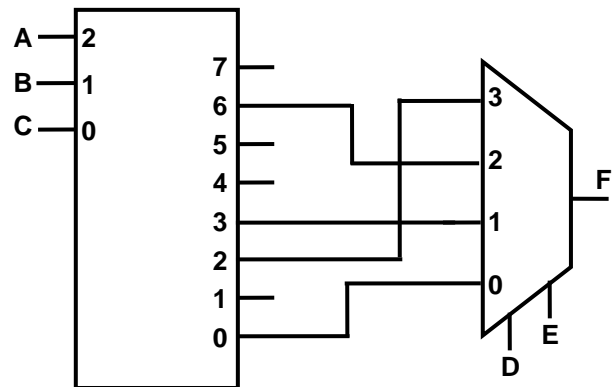
b)



c)



U2_26. En el circuito de la figura se representa un decodificador 3-8 conectado a un multiplexor 4-1. Se pide la forma canónica de la función de 5 variables $F(A,B,C,D,E)$, dada como producto de maxterms.



Solución:

Los términos seleccionados en el decodificador son:

$$(A \cdot B \cdot \overline{C}), (\overline{A} \cdot B \cdot C), (\overline{A} \cdot B \cdot \overline{C}) \text{ y } (\overline{A} \cdot \overline{B} \cdot \overline{C})$$

Estos cuatro términos actúan como entradas en el multiplexor, entradas que son seleccionadas por las cuatro combinaciones de las variables de control:

$$F(A,B,C,D,E) = (\overline{A} \cdot B \cdot \overline{C})(D \cdot E) + (A \cdot B \cdot \overline{C})(D \cdot \overline{E}) + (\overline{A} \cdot B \cdot C)(\overline{D} \cdot E) + (\overline{A} \cdot \overline{B} \cdot \overline{C})(\overline{D} \cdot \overline{E}) = \sum m(11, 26, 13, 0)$$

$$F(A,B,C,D,E) =$$

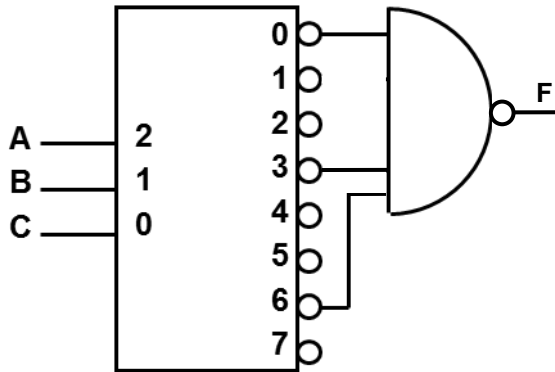
$$= \prod(1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,12,14,15,16,17,18,19,20,21,22,23,24,25,27,28,29,30,31)$$

FUNDAMENTOS DE COMPUTADORES

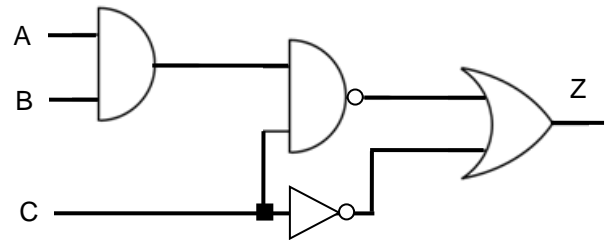
Ejercicios U2: Circuitos Combinacionales

U2_27. Dada la forma canónica de la función $F(A,B,C) = \sum m(0,3,6)$, función con 3 variables y donde A se considera la variable de mayor peso, se quiere implementar dicha función F utilizando un decodificador 3-8 con salidas activas en bajo y el menor de número de puertas lógicas y del tipo más simple que sea posible. Se pide realizar el diseño del circuito dibujando el decodificador y las puertas utilizadas, señalando en cada caso las entradas y salidas que se utilicen en el mismo.

Solución:



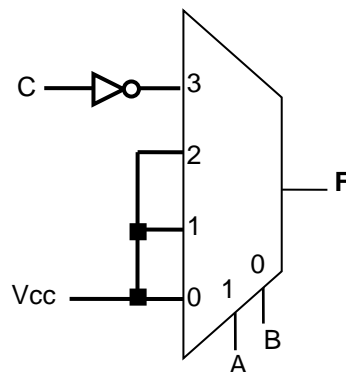
U2_28. Dado el circuito de la figura adjunta, donde se representa la función $Z(A,B,C)$, se quiere implementar dicha función Z utilizando un multiplexor 4-1 y el menor de número de puertas lógicas posible. Se pide realizar el diseño del circuito, justificando brevemente el diseño, dibujando el multiplexor y las puertas utilizadas, señalando en cada caso las entradas y salidas que se utilicen en el mismo. Utilizar A y B como variables de control, tomando A como la variable de mayor peso.



Solución:

$$Z = \overline{A.B.C} + \overline{C} = (\overline{A} + \overline{B} + \overline{C})$$

C	AB	
	0	1
00	1	1
01	1	1
11	1	0
10	1	1



FUNDAMENTOS DE COMPUTADORES

Ejercicios U2: Circuitos Combinacionales

U2_29. Dada la función de 4 variables $F(A,B,C,D) = AB + AC\overline{D} + BCD$, se pide:

- Obtener la expresión de F en su forma canónica como producto de sumas.
- Implementar dicha función utilizando un multiplexor 4:1 y el menor número de puertas posible.

Solución.

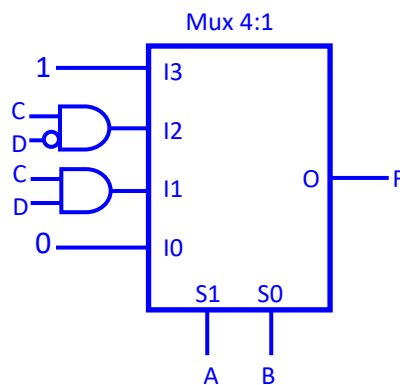
- Por facilidad, dado que la función se da como suma de productos, obtenemos la expresión canónica como suma de productos y de ahí obtenemos la expresión como producto de sumas (se puede hacer de otras maneras):

$$F = AB + AC\overline{D} + BCD = AB(\overline{C}\overline{D} + C\overline{D} + \overline{C}D + CD) + AC\overline{D}(B + \overline{B}) + BCD(A + \overline{A})$$

Operando se obtiene $F(A,B,C,D) = \sum m(7,10,12,13,14,15)$, por lo tanto, expresado como producto de sumas:

$$F = \prod M(0,1,2,3,4,5,6,8,9,11)$$

- Utilizando un multiplexor 4:1, la implementación queda:



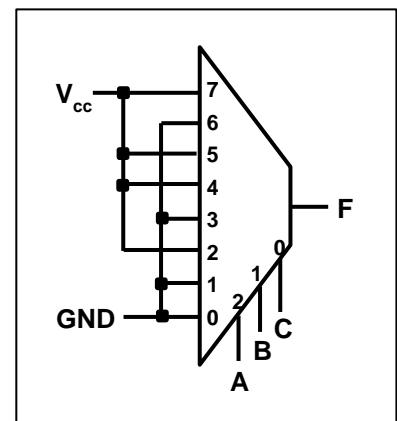
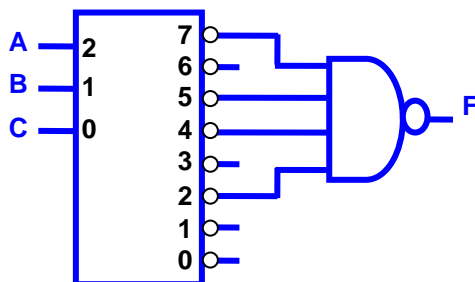
U2_30. Dado el circuito de la figura que implementa una función lógica de tres variables, $F(A,B,C)$, mediante un multiplexor 8-1, se pide:

- Utilizando el mínimo número de puertas, implementar la misma función por medio de un decodificador 3-8 con las salidas activas en bajo.
- Utilizando el mínimo número de puertas necesario, implementar la misma función por medio de un multiplexor 16-1.
- Utilizando el mínimo número de puertas necesario, implementar la misma función por medio de un multiplexor 4-1.

Solución

$$F(A,B,C) = \sum (2,4,5,7)$$

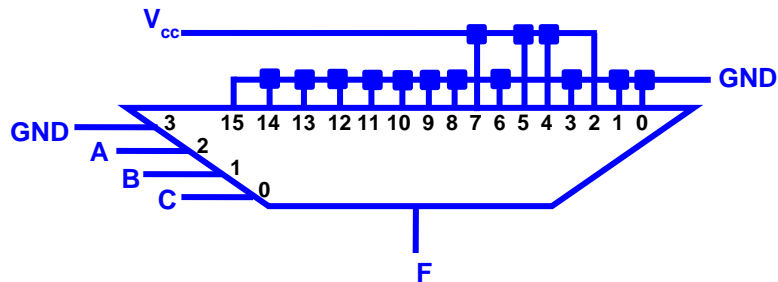
-



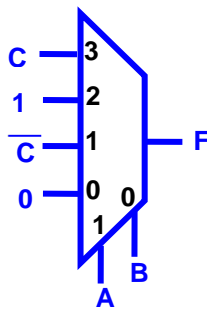
FUNDAMENTOS DE COMPUTADORES

Ejercicios U2: Circuitos Combinacionales

- b) Se muestra una de las posibles soluciones, que corresponde a conectar el bit más significativo del multiplexor a "0"



c)

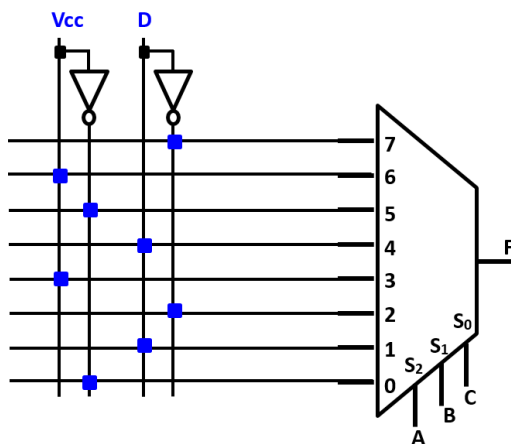


U2_31. Dada la función de 4 variables $F(A, B, C, D) = \sum m(3, 4, 6, 7, 9, 12, 13, 14)$, donde A es la variable más significativa, se pide:

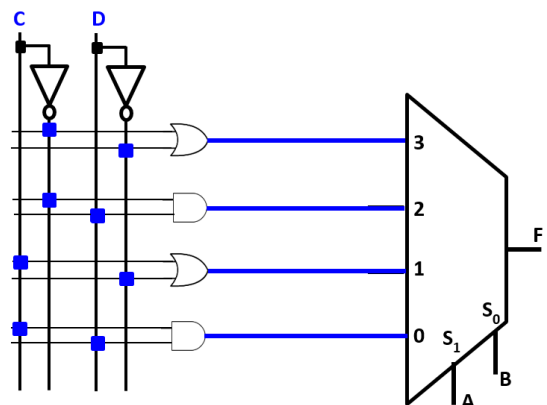
- Implementar dicha función utilizando un multiplexor 8:1 y el menor número de puertas posible.
- Implementar dicha función utilizando un multiplexor 4:1 y el menor número de puertas posible.

Solución

a)



b)



FUNDAMENTOS DE COMPUTADORES

Ejercicios U2: Circuitos Combinacionales

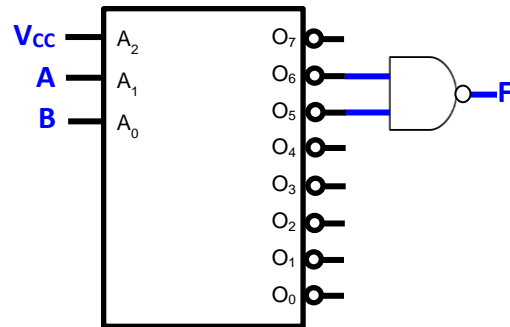
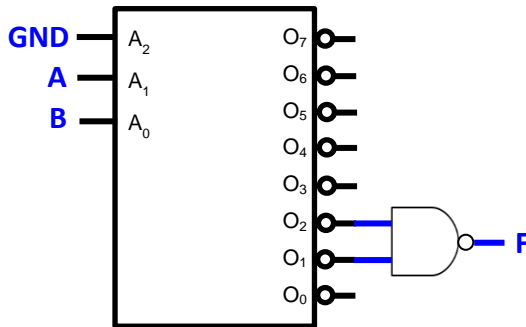
U2_32. Dada la función de 2 variables $F(A, B) = A \overline{B} + \overline{A} B$. Se pide:

- a. Implementar dicha función utilizando un decodificador 3-8 como el de la figura, en el que las salidas son activas en bajo. Utilizar las puertas lógicas adicionales que sean necesarias, se valora la utilización del menor número de puertas con el menor número de entradas que sea necesario.

NOTA: En la resolución del ejercicio, todas las entradas del decodificador deben estar conectadas a alguna señal o valor. Utilizar los nombres Vcc y GND para representar las señales de alimentación y Tierra respectivamente.

Solución

- Otra solución también válida sería:



U2_33. Se pretende diseñar un circuito combinacional, cuya entrada ($E_3E_2E_1E_0$) sea un número de 4 bits y su salida ($S_2S_1S_0$) sea el número de unos presentes en la entrada. Se pide:

- a) La tabla de verdad del circuito.
b) Las ecuaciones de las funciones de salida, de la siguiente forma:
i. S_0 en una de sus formas canónicas.
ii. S_1 en su máxima simplificación como producto de sumas.
iii. S_2 en su máxima simplificación como suma de productos.
c) Implemente (diseñe el circuito) las funciones de salida de la siguiente forma.
i. S_2 con puertas lógicas.
ii. S_1 con un multiplexor 4:1 y el menor número de puertas lógicas posible.
iii. S_0 con un multiplexor 8:1 y el menor número de puertas lógicas posible.
En este tercer apartado, se valorará la utilización del menor número de puertas con el menor número de entradas que sean necesarias.

a)

Nº	E_3	E_2	E_1	E_0	S_2	S_1	S_0
0	0	0	0	0	0	0	0
1	0	0	0	1	0	0	1
2	0	0	1	0	0	0	1
3	0	0	1	1	0	1	0
4	0	1	0	0	0	0	1
5	0	1	0	1	0	1	0
6	0	1	1	0	0	1	0
7	0	1	1	1	0	1	1

Nº	E_3	E_2	E_1	E_0	S_2	S_1	S_0
8	1	0	0	0	0	0	1
9	1	0	0	1	0	1	0
10	1	0	1	0	0	1	0
11	1	0	1	1	0	1	1
12	1	1	0	0	0	1	0
13	1	1	0	1	0	1	1
14	1	1	1	0	0	1	1
15	1	1	1	1	1	0	0

b)

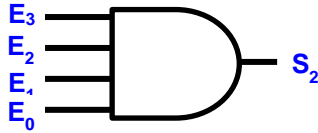
- i. $S_0 = \prod M(0, 3, 5, 6, 9, 10, 12, 15) \quad \vee \quad S_0 = \sum m(1, 2, 4, 7, 8, 11, 13, 14)$
ii. $S_1 = (\overline{E_3} + \overline{E_2} + \overline{E_1} + \overline{E_0}) \cdot (E_3 + E_1 + E_0) \cdot (E_3 + E_2 + E_1) \cdot (E_2 + E_1 + E_0) \cdot (E_3 + E_2 + E_0)$
iii. $S_2 = (E_3 \cdot E_2 \cdot E_1 \cdot E_0)$

FUNDAMENTOS DE COMPUTADORES

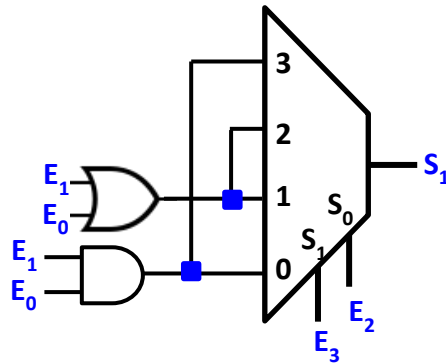
Ejercicios U2: Circuitos Combinacionales

c)

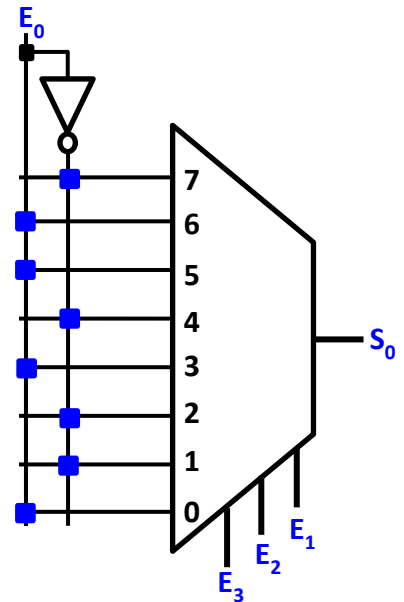
i.



ii.



iii.



U2_34. Se pretende diseñar un circuito combinacional que realice la división entre dos números de entrada, A/B. El número A tiene tres bits ($A_2A_1A_0$) y el número B tiene dos (B_1B_0). La salida serán otros dos números, C y R. C es el cociente, con tres bits ($C_2C_1C_0$) y R el resto, con dos bits (R_1R_0).

NOTA: Nunca se va a dar el caso de división por cero, es decir, nunca se dará la combinación $B_1B_0=00$

Se pide, justificando todas las respuestas:

- Tabla de verdad del circuito completo pedido
- Expresión canónica de C_0 , como producto de sumas.
- Expresión canónica de R_1 , como suma de productos.
- Implementar la función C_1 con puertas lógicas, de la forma más simplificada posible.
- Implementar la función R_0 utilizando exclusivamente un multiplexor 8:1 y un decodificador 2:4. Utilizar las variables $A_2A_1A_0$ como entradas de control del MUX, siendo A_2 la de mayor peso.

a)

A_2	A_1	A_0	B_1	B_0	C_2	C_1	C_0	R_1	R_0
0	0	0	0	0	X	X	X	X	X
0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
0	0	0	1	1	0	0	0	0	0
0	0	1	0	0	X	X	X	X	X
0	0	1	0	1	0	0	1	0	0
0	0	1	1	0	0	0	0	0	1
0	0	1	1	1	0	0	0	0	1
0	1	0	0	0	X	X	X	X	X
0	1	0	0	1	0	1	0	0	0

FUNDAMENTOS DE COMPUTADORES

Ejercicios U2: Circuitos Combinacionales

0	1	0	1	0	0	0	1	0	0
0	1	0	1	1	0	0	0	1	0
0	1	1	0	0	X	X	X	X	X
0	1	1	0	1	0	1	1	0	0
0	1	1	1	0	0	0	1	0	1
0	1	1	1	1	0	0	1	0	0
1	0	0	0	0	X	X	X	X	X
1	0	0	0	1	1	0	0	0	0
1	0	0	1	0	0	1	0	0	0
1	0	0	1	1	0	0	1	0	1
1	0	1	0	0	X	X	X	X	X
1	0	1	0	1	1	0	1	0	0
1	0	1	1	0	0	1	0	0	1
1	0	1	1	1	0	0	1	1	0
1	1	0	0	0	X	X	X	X	X
1	1	0	0	1	1	1	0	0	0
1	1	0	1	0	0	1	1	0	0
1	1	0	1	1	0	1	0	0	0
1	1	1	0	0	X	X	X	X	X
1	1	1	0	1	1	1	1	0	0
1	1	1	1	0	0	1	1	0	1
1	1	1	1	1	0	1	0	0	1

b) Expresión canónica de C_0 como Producto de Sumas: se incluyen las combinaciones de las variables de entrada para los que la función vale 0.

$$C_0 = \prod M(1,2,3,6,7,9,11,17,18,22,25,27,31)$$

c) Expresión canónica de R_1 como Suma de Productos:

$$R_1 = \sum m(11,23)$$

d) Para obtener la expresión más simplificada de C_1 se utilizan los mapas de Karnaugh. Dado que en este caso son de 5 variables, se hacen dos tablas de cuatros variables en función del valor de la quinta:

Para $A_2=0$

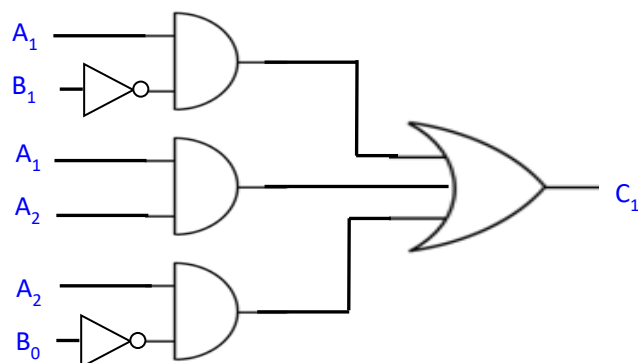
B_1B_0 A_1A_0	00	01	11	10
00	X	0	0	0
01	X	0	0	0
11	X	1	0	0
10	X	1	0	0

Para $A_2=1$

B_1B_0 A_1A_0	00	01	11	10
00	X	0	0	1
01	X	0	0	1
11	X	1	1	1
10	X	1	1	1

$C_1 = A_1\overline{B_1} + A_2A_1 + A_2\overline{B_0}$ como suma de productos (notar que la agrupación en amarillo relaciona las dos tablas)

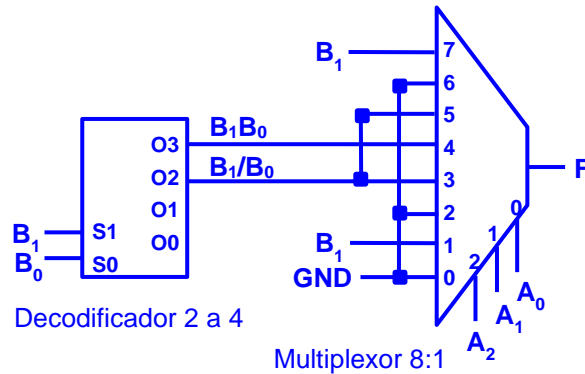
$C_1 = (A_1 + \overline{B_0})(A_2 + \overline{B_1})$ como producto de sumas. Sólo se pedía una, puede valer cualquiera de las dos.



FUNDAMENTOS DE COMPUTADORES

Ejercicios U2: Circuitos Combinacionales

e)



U2_35. Se pretende diseñar el controlador de los motores de giro de una grúa de las empleadas en la construcción. Para ello, el sistema cuenta con dos pulsadores, uno para girar a la izquierda (PI) y otro para girar a la derecha (PD). Para evitar choques al girar, el sistema también cuenta con dos sensores que alertan de obstáculos, uno si el sentido de giro es hacia la izquierda (OI) y otro si es a la derecha (OD). Además, dispone de una entrada de alarma (ST). Las salidas son tres, una que activa el motor de giro a la izquierda (MI), otra el de la derecha (MD) y otra que enciende una potente luz de alarma (LA).

El funcionamiento es el siguiente:

- Si no se activa ningún pulsador (activos a nivel alto), no se activa la señal de giro de ningún motor (activas a nivel alto) y la señal de encendido de la luz tampoco se activa (activa a nivel bajo).
- Si se activa un pulsador, y sólo uno, se activa el motor de giro correspondiente, siempre que no esté activado el sensor de obstáculo correspondiente (activos a nivel bajo). En este último caso, el motor no se activa y sí la luz de alarma.
- Si se activan los dos pulsadores a la vez, la grúa girará en el sentido que le permita los sensores de obstáculos y no se encenderá la luz de alarma. Si no hay ningún sensor activado o ambos lo están la grúa no se moverá y se encenderá la luz de alarma.
- Si se activa la señal de alarma (activa a nivel bajo), detiene cualquier movimiento de la grúa, independientemente del valor del resto de entradas, encendiendo la luz de alarma.

Se pide:

- Completar la tabla de verdad del sistema (en la primera fila de la tabla, poner las variables siguiendo el siguiente orden, para las entradas: ST / PI / PD / OI / OD, y para las salidas: MI / MD / LA).
- Obtener la expresión más simplificada de la función MI, como suma de productos, realizando su implementación con el menor número de puertas lógicas posible.
- Implementar la función LA utilizando un multiplexor 8:1 y el mínimo número de puertas lógicas posibles. Señale el valor de todas las entradas que necesite del multiplexor.

a)

ST	PI	PD	OI	OD	MI	MD	LA
0	X	X	X	X	0	0	0
1	0	0	0	0	0	0	1
1	0	0	0	1	0	0	1
1	0	0	1	0	0	0	1
1	0	0	1	1	0	0	1
1	0	1	0	0	0	0	0
1	0	1	0	1	0	1	1
1	0	1	1	0	0	0	0

FUNDAMENTOS DE COMPUTADORES

Ejercicios U2: Circuitos Combinacionales

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

b)

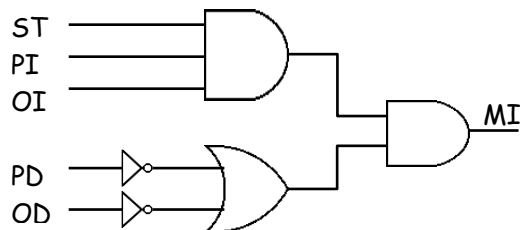
Para ST=0

OI OD PI PD	00	01	11	10
00	0	0	0	0
01	0	0	0	0
11	0	0	0	0
10	0	0	0	0

Para ST=1

OI OD PI PD	00	01	11	10
00	0	0	0	0
01	0	0	0	0
11	0	0	0	1
10	0	0	1	1

$$MI = \underline{ST \cdot PI \cdot OI \cdot \overline{PD}} + \underline{ST \cdot PI \cdot OI \cdot \overline{OD}}$$



c)

