Facultad de Ingeniería Eléctrica

Laboratorio de Electrónica
“Ing. Luís García Reyes”
Materia: “Laboratorio de Electrónica Digital I”

Práctica Número 7
“Implementación de funciones lógicas básicas”

Objetivo:
Comprobación práctica de las técnicas de reducción de funciones booleanas.

Introducción:
Los circuitos lógicos combinacionales, son aquellos en los que el estado de todas las salidas solo depende de los valores lógicos de las entradas en un instante. Un circuito lógico combinatorio se puede considerar como una caja negra que tiene N líneas de entrada y S de salida, cada una de las cuales lleva a cabo una función digital lógica que solo puede tener dos posibles valores.

Para realizar un circuito lógico, se requiere de una tabla de verdad, la cual es una manera de representar una función lógica. En dicha tabla se listan de manera exhaustiva las posibles combinaciones de las variables de entrada y para cada una de ellas se colocan los valores correspondientes a las variables de salida en columnas separadas a la derecha.

Otra forma de representar al circuito lógico, es mediante un conjunto de ecuaciones, una para cada una de las salidas de la forma S = f(A,B,C…), donde S es la variable de salida y A, B, C.., son las variables de entrada. Se usan operadores lógicos (AND, OR, NOT, XOR) para relacionar dichas variables, las cuales solo pueden tomar el valor de 0 o 1 lógico.

Es posible utilizar álgebra de Boole o booleana con los teoremas fundamentales, leyes distributiva, asociativa y teoremas de absorción y de Morgan para reducir las ecuaciones de tal manera que la implementación en hardware resulte más fácil y económica. Otro método de simplificación de funciones booleanas son los mapas de Karnaugh, en el cual se simplifican las funciones por agrupamiento.

A partir de los conceptos y definiciones anteriores ya estamos en condiciones de plantear algunos diseños sencillos de circuitos lógicos. Podemos ordenar el procedimiento de acuerdo a los siguientes pasos:

1. Plantear la función que debe realizar el circuito en una tabla de verdad.
2. A partir de la función, obtener una lista de mini-términos o de maxi-términos.
3. Simplificación de la función lógica
4. Implementación de la función simplificada mediante compuertas lógicas

Ejemplo: Un jurado está formado por tres jueces A, B, y C, cada juez emite su voto a favor oprimiendo un botón colocado al frente de él. Se desea construir un circuito que encienda una luz que indique si la mayor parte del jurado votó a favor. En cualquier otro caso la luz no enciende

A continuación se presenta la tabla de verdad.

Dato	A	B	C	Luz
0	0	0	0	0
1	0	0	1	0
2	0	1	0	0
3	0	1	1	1
4	1	0	0	0
5	1	0	1	1
6	1	1	0	1
7	1	1	1	1

La función expresada en mini-términos entonces se reduce a los elementos donde la salida de la función es uno, por lo que queda como:

$$Luz(A,B,C)=\overline{A}BC+A\overline{B}C+AB\overline{C}+ABC$$

Existen diferentes métodos para reducir la función resultante de las funciones, como pueden ser:

- Utilización de algebra de Bool o booleana par la reducción de funciones
- Utilizando Los mapas de Karnaugh.

En esta práctica se utilizará el método de reducción utilizando los mapas de Karnaugh, ya que es un método que permite reducir los términos de manera sencilla, de la tabla de verdad se pueden tomar los valores de la columna “Dato” donde la función tiene un valor de “1” a estos valores se les conoce como miniterminos y se expresan de la siguiente forma:

Luz(A,B,C) = m(3,5,6,7)

El método de Karnaugh se basa en acomodar estos valores en el siguiente “mapa”

A\BC	B=0, C=0	B=0,C=1	B=1,C=1	B=1,C=0
A=0	000	001	011	010
A=1	100	101	111	110

Esta tabla se construye de manera adecuada para vaciar cada uno de los términos que formar la tabla de verdad, de manera que en una tabla de verdad con 3 variables de entrada, se cuenta con 8 celdas. Si se observa detalladamente, se puede ver que los identificadores ahora se ordenar de la siguiente forma: (00,01, 11, 10), este tipo de ordenamiento permite **“eliminar de manera mas eficiente los miniterminos”.**

A\BC	00	01	11	10
0	m0	m1	m3	m2
1	m4	m5	m7	m6

En esta tabla simplificada se sustituyen los valores de cada una de las casillas con los miniterminos especificados, ahora se puede apreciar claramente donde se encuentra la posición de cada uno de los términos de la función que se desea implementar en término de los minitérminos.

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

Para representar la función en un M. K., simplemente transcribimos la tabla de verdad de la función colocando unos en las celdas correspondientes a los mintérminos 3, 5, 6 y 7, considerando que las celdas vacías tienen ceros: Se puede observar que los mapas de Karnaugh (M. K.) viene siendo una versión modificada de las tablas de verdad, ya que poseen una celda por cada mintérmino posible, así como una tabla de verdad posee un renglón por cada mintérmino.

La simplificación de funciones booleanas mediante Mapas de Karnaugh está basada en el concepto de ***adyacencia lógica.*** o dos mini términos se dicen ***adyacentes*** (desde el punto de vista lógico) si difieren solamente en una variable.

La propiedad más interesante de los mini términos adyacentes es que al sumarlos se simplifican en un término producto que no contiene la variable que cambia de uno a otro, por ello se elimina una variable redundante.

La principal propiedad de los mini términos adyacentes es que al representarlos en un Mapa de Karnaugh forman un ***grupo*** de celdas que resultan ***adyacentes geométricamente*** (es decir, resultan ser vecinos)

Para la reducción de los mini terminos se deben de agrupar "1's" en potencias de 2 (grupos de 2, 4, 8, 16, etc.) que permiten eliminar 1, 2, 3, 4 variables, etc.

Observación.- En un Mapa de Karnaugh se considera que todo el borde izquierdo es adyacente con el derecho, así como el borde inferior lo es con el superior

De acuerdo con lo anterior, la clave para la simplificación de funciones usando M.K. es la búsqueda de grupos de celdas adyacentes entre los mini términos de la función (los unos del mapa). De hecho el método de simplificación usando Mapas de Karnaugh se puede resumir en:

- Formar los grupos de unos del máximo tamaño posible (el número de celdas por grupo debe ser potencia de 2) .
- Agrupar todos los "1's" del mapa usando el menor número posible de grupos. (Un uno puede ser usado tantas veces como sea necesario).
- No se debe de dejar ningún "1" sin agrupar

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

Así en esta caso, la función agrupa los 4 "1's" utilizando 3 grupos de 2 "1's"

Revisando cada uno de estas funciones, se observa que una de las variables esta complementada, lo que elimina esta.

Caso Rojo: Se agrupa el término $ABC + AB\overline{C} = AB$

Caso Verde: Se agrupa el término $\overline{A}BC + ABC = BC$

Caso Azul: En el caso Rojo se agrupa el término $A\overline{B}C + ABC = AC$

por lo que la función se reduce a:

$$Luz(A, B, C) = AB + BC + AC$$

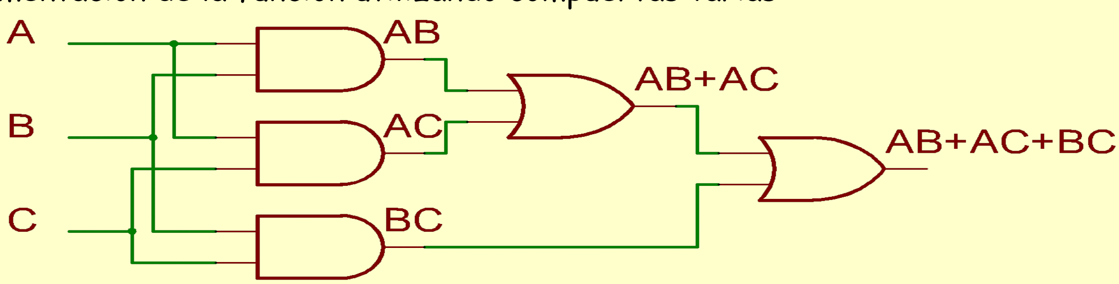
Requisitos:

Obtener la función reducida utilizando álgebra de Bool y comparar el método con la utilización del mapa de Karnaugh.

Desarrollo:

Para el desarrollo de esta práctica, se implementará la función obtenida para comprobar el funcionamiento de la función lógica. Utilizando cualquier compuerta y comprobar el funcionamiento utilizando solo compuertas NAND.

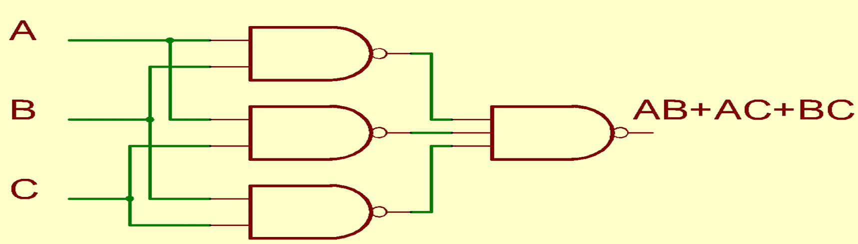
Implementación de la función utilizando compuertas varias:



Al aplicar el teorema de De Morgan, la función se puede expresar como:

$$Luz(A, B, C) = AB + AC + BC$$
$$Luz(A, B, C) = \overline{\overline{AB + AC + BC}} \qquad Luz(A, B, C) = \overline{\overline{AB}\,\overline{AC}\,\overline{BC}}$$

Así la función se implementa como:



Reportar:

En esta práctica no se reporta nada, ya que se evaluará el funcionamiento durante la práctica.