

Práctica 04

Circuitos Combinacionales 1

Objetivo

- Que el alumno minimice funciones booleanas mediante mapas de Karnaugh
- Implementación de circuitos
- Uso de ALTERA para comprobar la minimización

Trabajo Previo

1. Investigue a que se le llama mintérmino y maxtérmino
2. Explique en qué consiste el mapa de Karnaugh y como se usa para simplificar funciones
3. Investigue cuales son los axiomas y propiedades del álgebra booleana.
4. Explique en qué consiste una tabla de verdad. De que partes consta y como se debe interpretar.
- 5.

Material y equipo

- Tarjeta Terasic
- Equipo PC
- Compuertas AND, OR y NOT
- Punta Lógica

Introducción

Mintérminos y Maxtérminos¹

Un mintérmino se obtiene de un término AND de *n* variables, con cada variable vuelta prima si el BIT correspondiente del número binario es un cero y no prima si es uno. Cada Maxtérmino es el complemento de su Mintérmino. Existen varias formas en cómo se puede pasar de uno a otro. En general se puede pensar que los Mintérminos se relacionan con el operador AND mientras que el maxtérmino se relaciona con el operador OR. Para una función de tres variables podemos obtener los Mintérminos y los Maxtérminos de la siguiente forma.

¹ fuente <http://www.mailxmail.com/curso-algebra-booleana/minterminos-maxterminos>

Minterminos y Maxterminos para tres variables binarias						
			Mintermino		Maxtermino	
X	Y	Z	Termino	Designación	Termino	Designación
0	0	0	X' Y' Z'	m ₀	X+Y+Z	M ₀
0	0	1	X' Y' Z	m ₁	X+Y+Z'	M ₁
0	1	0	X' Y Z'	m ₂	X+Y'+Z	M ₂
0	1	1	X' Y Z	m ₃	X+Y'+Z'	M ₃
1	0	0	X Y' Z'	m ₄	X'+Y+Z	M ₄
1	0	1	X Y' Z	m ₅	X'+Y+Z'	M ₅
1	1	0	X Y Z'	m ₆	X'+Y'+Z	M ₆
1	1	1	X Y Z	m ₇	X'+Y'+Z'	M ₇

El complemento de función expresada como suma de Mintérminos que hacen la función igual a uno mientras que su complemento es uno para los términos en los que la función es "0".

Mapas de Karnaugh²

Cuando se tiene una función lógica con su tabla de verdad y se desea implementar esa función de la manera más económica posible se utiliza el mapa de Karnaugh.

Ejemplo:

Se tiene la tabla de verdad de un circuito, la cual se muestra en la siguiente figura. Se desarrolla la función lógica basada en ella. Ver que en la fórmula se incluyen solamente las variables (A, B, C) cuando F cuando es igual a "1". Si A en la tabla de verdad es "1" se pone A, si B = "1" se pone B, Si C = "0" se pone C, etc.

	A	B	C	F
0	0	0	0	0
1	0	0	1	0
2	0	1	0	1 → $\bar{A} B \bar{C}$
3	0	1	1	1 → $\bar{A} B C$
4	1	0	0	1 → $A \bar{B} \bar{C}$
5	1	0	1	1 → $A \bar{B} C$
6	1	1	0	1 → $A B \bar{C}$
7	1	1	1	1 → $A B C$

Fig. 1 tabla de verdad

² fuentes: http://www.unicrom.com/Dig_mapa-karnaugh.asp

La función que se obtiene es la siguiente:

$$F = ABC + ABC + ABC + ABC + ABC + ABC$$

Para simplificar esta función se usa el mapa de la siguiente forma: al elaborar el mapa este se muestra en la siguiente figura

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

Fig. 2 Mapa K de la función

Este mapa tiene 8 casillas que corresponden a 2^n , donde $n = 3$ (número de variables (A, B, C)). La distribución de las casillas es la siguiente:

- La primera fila corresponde a $A = 0$
- La segunda fila corresponde a $A = 1$
- La primera columna corresponde a $BC = 00$ ($B=0$ y $C=0$)
- La segunda columna corresponde a $BC = 01$ ($B=0$ y $C=1$)
- La tercera columna corresponde a $BC = 11$ ($B=1$ y $C=1$)
- La cuarta columna corresponde a $BC = 10$ ($B=1$ y $C=0$)

En el **mapa de Karnaugh** se han puesto "1" en las casillas que corresponden a los valores de $F = "1"$ en la tabla de verdad. Tomar en cuenta la numeración de las filas de la tabla de verdad y la numeración de las casillas en el **mapa de Karnaugh**. Para proceder con la simplificación, se crean grupos de "1"s que tengan 1, 2, 4, 8, 16, etc. (sólo potencias de 2). Los "1"s deben estar adyacentes (no en diagonal) y mientras más "1"s tenga el grupo, mejor.

La función mejor simplificada es aquella que tiene el menor número de grupos con el mayor número de "1"s en cada grupo

De tal forma que la selección de "1" que mejor simplifique la función se muestra en la siguiente figura:

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

Fig. 3 Simplificación mediante el mapa K

Se observa que hay dos grupos cada uno de cuatro "1"s, (se permite compartir casillas entre los grupos) La nueva expresión de la función booleana simplificada se deduce del **mapa de Karnaugh** de la siguiente forma:

- Para el primer grupo (rojo): la simplificación da B (los "1"s de la tercera y cuarta columna) corresponden a B sin negar)
- Para el segundo grupo (azul): la simplificación da A (los "1"s están en la fila inferior que corresponde a A sin negar)

Entonces el resultado es $F = B + A$ ó $F = A + B$

Procedimiento

Se tienen las siguientes funciones:

1. $F1 = ABD + A'C'D' + A'B + A'CD' + AB'D'$
2. $F2(A, B, C, D,) = \sum(0,1,2,5,7,9,10,14)$

Para cada función determine el circuito con compuertas correspondiente, obtenga o verifique la tabla de verdad usando la punta lógica, usando mapas K reduzca la función, implemente la función resultante con compuertas TTL y compare las tablas de verdad tanto de los circuitos originales como de los reducidos. **Pregunta 1**

Una vez que se tiene verificada las tablas de verdad, programe las funciones en la tarjeta Terasic de ALTERA, conecte una protoboard a la tarjeta y mediante leds observe la simulación. **Pregunta 2**

Cuestionario

1. Reporte la comparación entre los dos circuitos y comente lo observado
2. Compare los resultados simulados con respecto a los circuitos implementados y comente las diferencias.