

## Trabajo Práctico N° 2

### ÁLGEBRA DE BOOLE y DISEÑO DE CIRCUITOS LÓGICOS

#### OBJETIVOS:

*Aplicación del Álgebra de Boole a circuitos lógicos. Funciones lógicas: su expresión algebraica, tabla de verdad, expresiones canónicas por minitérminos y por maxitérminos. Funciones equivalentes, simplificación. Métodos de Karnaugh y de Quine–McCluskey. Circuitos de compuertas. Diseño de circuitos en base a una descripción informal de su funcionamiento.*

#### A. ÁLGEBRA DE BOOLE y FUNCIONES LÓGICAS

1. Verificar mediante tablas de verdad las siguientes leyes del Álgebra de Boole

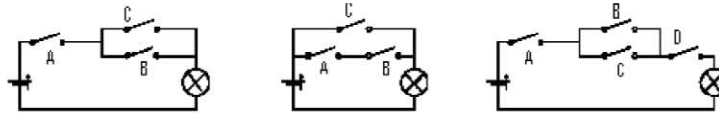
$$D \cdot (F + H) = D \cdot F + D \cdot H$$

$$D + F \cdot H = (D + F) \cdot (D + H)$$

2. Encontrar una suma de productos equivalente a la siguiente expresión

$$\overline{(C \oplus B)} + \overline{(C \oplus A)} + (B \oplus A)$$

3. Demostrar que los circuitos de relés pueden ser representados por medio de un Álgebra de Boole.
4. 11. Obtener la tabla de verdad y las ecuaciones lógicas de los siguientes circuitos de relés



5. Definir:

- a) Función lógica. Analizar su empleo en la electrónica digital
- d) Bloque Funcional. Compuerta. Diagrama en bloques de un sistema
- e) Análisis, síntesis, diseño, simulación, implementación

6. Analizar cuántas y cuáles son las funciones lógicas de dos variables A y B del Álgebra de Boole.

7. Ídem para  $n$  variables

8. Aplicando leyes y postulados del álgebra de Boole encontrar el complemento de las siguientes funciones:

$$F1(A, B, C, D) = (B \cdot \bar{C} + \bar{A} \cdot D) \cdot (A \cdot \bar{B} + C \cdot \bar{D})$$

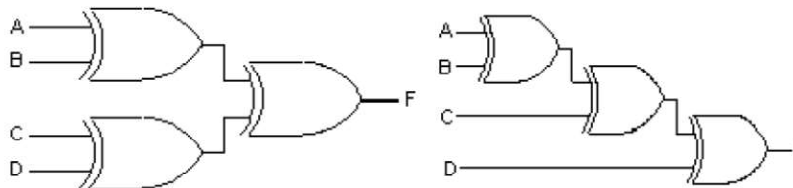
$$F2(A, B, C, D) = \bar{B} \cdot D + \bar{A} \cdot B \cdot \bar{C} + A \cdot C \cdot D + \bar{A} \cdot B \cdot C$$

$$F3(A, B, C, D) = A \cdot \bar{B} + \bar{C} \cdot \bar{D}$$

$$F4(D, F, H, M) = (D \cdot \bar{F} + \bar{D} \cdot H) \cdot [D + F \cdot (H + \bar{D} \cdot \bar{M})]$$

9. Discutir la posibilidad de representar una función cualquiera haciendo uso de compuertas NAND exclusivamente. Ídem con compuertas NOR.

10. Indicar qué funciones implementan los siguientes circuitos:.



Hacer una comparación de ambos

## B.- SIMPLIFICACION

11. Discutir los conceptos de: formas canónicas, funciones equivalentes, minitérmino, maxitérmino, implicante primo, implicante primo esencial, función mínima.
12. Simplificar por aplicación de los postulados del Algebra de Boole las siguientes funciones lógicas:

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

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

13. Dada la siguiente función:

$$X = \sum m(0, 2, 4, 5, 7, 8, 10)$$

1. Construir la expresión canónica por suma de minitérminos
2. Simplificarla aplicando leyes y postulados del algebra de Boole
3. Repetir la simplificación ahora por medio de diagramas de Karnaugh
4. Justificar los pasos que ha seguido según el método de Karnaugh comparándolos con la simplificación por el método algebraico.

14. Idem anterior con la función:

$$Y = \sum m(0, 1, 2, 4, 6, 8, 9, 10, 12, 14)$$

15. Simplificar las siguientes funciones utilizando el método de Karnaugh. Hacerlo (a) por los 1's de la función y (b) por los 0's de la función.

Indicar en cada caso todos los implicantes primos y todos los implicantes primos esenciales. Presentar todas las soluciones posibles.

$$F1(A, B, C, D) = A \cdot (B + D + C) + \bar{D} \cdot A + D \cdot \bar{A}$$

$$F2(A, B, C, D) = D \cdot A + C \cdot A + \bar{B} \cdot C + \bar{B} \cdot A + \bar{B} \cdot \bar{C}$$

$$F3(A, B, C, D) = \sum m(2, 3, 11, 6, 7, 15, 4, 5, 13, 1, 14)$$

$$F4(D, C, B, A) = \sum m(2, 3, 11, 6, 7, 15, 4, 5, 13, 1, 14) \text{ (observar el ordenamiento de las variables)}$$

16. Implementar las expresiones mínimas obtenidas en el ejercicio anterior haciendo uso de compuertas (a) AND y OR (b) NAND exclusivamente (c) NOR exclusivamente

### Redundancias

17. Discutir el concepto de redundancia. Proponer situaciones que requieran el uso de redundancias.

18. Simplificar las siguientes funciones por medio del método de Karnaugh comparando los resultados obtenidos en los siguientes dos casos:

(a) utilizando las redundancias (b) sin emplearlas .

$$F1(D, C, B, A) = \bar{B} \cdot D \cdot A + B \cdot \bar{D} \cdot C + B \cdot \bar{D} \cdot \bar{A} \quad \text{con } B \cdot D = 0 \text{ y el resto redundancias.}$$

$$F2(D, C, B, A) = \sum m(2; 3; 14; 15; 9; 13; 1) + \sum r(12; 0; 4; 11)$$

$$F3(D, C, B, A) = \sum m(0; 2; 6; 5; 7; 13) + \sum r(10; 14; 3; 8; 9)$$

$$F4(D, C, B, A) = \prod M(2; 3; 7; 4; 10; 11; 15) + \prod r(0; 5; 6; 13)$$

19. Indicar el diagrama circuital de cada una de las funciones del ejercicio anterior. En cada circuito las compuertas utilizadas deberán ser de un único tipo.

20. Encontrar por el método de Karnaugh todas las expresiones mínimas de F (a) por los 1's y (b) por los 0's.:

$$F(A, B, C, D) = \sum m(0, 3, 6, 15) + \sum r(1, 2, 4, 7, 9, 10, 11, 13)$$

Representar utilizando exclusivamente compuertas NAND.

21. Encontrar por el método de Karnaugh todas las expresiones mínimas de F

(a) por los 1's y (b) por los 0's:

$$F(A, B, C, D) = \sum m(3, 4, 6, 9, 15) + \sum r(1, 2, 5, 7, 11, 12, 14)$$

Representar utilizando exclusivamente compuertas NOR

#### Simplificación por software

22. Comparar el método de Quine–McCluskey: con el método de Karnaugh. Discutir sobre los contextos en que se hace necesaria su aplicación.
23. Encontrar todas las expresiones mínimas por unos y ceros de la función, especificada por sus minterminos y redundancias. Hacerlo utilizando
- (a) el método de Karnaugh
  - (b) una implementación en software del método de Quine–McCluskey (buscar en Internet)

$$F1(D,C,B,A) = \sum m(2,11,14,15,7,6,13,5,4,1)$$

$$F2(D,C,B,A) = \sum m(1,3,4,11,13) + \sum r(2,5,6,7,9,10,12,14)$$

### **C.- DISEÑO DE CIRCUITOS LOGICOS**

24. La junta directiva de una empresa está formada por cuatro miembros, uno de los cuales es el presidente. Las decisiones se toman por mayoría simple y, en caso de empate, decide el voto del presidente. Se desea diseñar una máquina con cuatro pulsadores (uno para cada miembro) cuya salida dé el resultado de la votación.
25. Realizar una tabla de verdad e implementar el circuito eléctrico que resuelva la siguiente descripción:  
“Un indicador luminoso es controlado por cuatro llaves F, G, L y P. El indicador se encenderá si F y G están cerradas y también cuando F y L están cerradas. El indicador no debe encenderse si P está cerrada.”
26. Diseñar un circuito que resuelva la lógica planteada en la siguiente proposición:  
“El sistema de control habilita la entrada de materia prima si la temperatura del horno es mayor que 300 °C y la presión es inferior a 10 atmósferas, o si se llega a la mínima concentración de sales con una temperatura mayor que 300 °C, o si, siendo la presión mayor o igual que 10 Atmósferas, no hay suficiente concentración de sales.”
27. La calefacción de una casa se realiza por medio de tres estufas eléctricas: una de 1 kW y dos de 1.5 kW. El consumo total no debería en ningún momento superar los 3.7 kW. Diseñe un circuito que permita dar una señal de notificación en caso de que ello ocurra. Implementarlo exclusivamente con compuertas NOR.
28. La salida de un circuito debe repetir la información de tres sensores fotoeléctricos iguales a los del tipo SI-NO, que brindan la misma información, pero por seguridad, se usan en grupo de tres de modo si una falla la salida debe seguir la indicación de los dos restantes. Diseñar un circuito que cumpla estas condiciones y además con tres LEDs indique cuál es el sensor que falla.

#### Circuitos que manejan información numérica

29. Diseñe un circuito cuya salida indique con un 1 que el número presentado a su entrada (definido por cuatro bits) es múltiplo de 3. En caso contrario la salida debe estar en 0.
30. Un circuito admite a su entrada un número binario de 4 bits. Su salida consiste de dos bits indica si el número a la entrada es múltiplo de 2 o es múltiplo de 3 o es simultáneamente múltiplo de 2 y de 3, o bien no es múltiplo ni de 2 ni de 3.
31. Plantear el diseño de un circuito que calcule la suma de dos números cada uno expresado por 3 bits. Incluir salidas para los indicadores de Carry, Overflow, Zero y Negativo.
32. Agregarle al diseño del problema anterior los elementos necesarios para que calcule la diferencia entre ambos números en vez de su suma.

#### Multiplexores y decodificadores

33. Diseñar la lógica interna de un circuito multiplexor de cuya entradas de control está conformada por un único bit
34. Diseñar la lógica interna de un circuito decodificador cuya entrada de control está conformada por 2 bits.