



LABORATORIO DE DISEÑO LOGICO



SESIÓN 5

IMPLEMENTACIÓN DE CIRCUITOS COMBINACIONALES



Objetivo general

Analizar el funcionamiento de los circuitos combinacional usando circuitos integrados.

Aprendizajes esperados

Saber Conocer

Comprender las funciones de los circuitos combinacional.

Identificar las características técnicas de los circuitos combinacionales.

Analizar la función de los circuitos combinacional.

Saber Hacer

Uso de protoboard.

Uso de multímetro.

Uso de fuente de poder.

Uso de simuladores.

Saber Ser

Desarrollan habilidades analíticas, críticas, integridad y compromiso ético.

INTRODUCCION

Willard Van Orman Quine.
(1908-2000)

- ✓ Matemático y Filósofo.
- ✓ En los últimos años ha impactado la lógica matemática, la filosófica del lenguaje y la filosofía de la lógica



Edward J. McCluskey. (1929-2016)

El profesor ha trabajado en electrónica de conmutación en los laboratorios Bell desde 1955 hasta 1959.

El profesor McCluskey desarrollo el primer algoritmo para el diseño de circuitos combinatoriales como estudiante de doctorado del MIT, Conjuntamente con el profesor Quine.



Método Quine McCluskey

El método de minimización mediante el mapa de Karnaugh es un método cómodo, pero tiene el inconveniente de que no se trate de un procedimiento sistemático y totalmente objetivo, sobre todo cuando se trata de funciones de conmutación de más de cuatro variables.

Existe un procedimiento que, aunque sea arduo de exigir a mano, tiene la ventaja de que es sistemático y fácilmente programable en una computadora. Se trata del método de Quine-McCluskey.

Se utiliza para reducir ecuaciones booleanas. El método se divide en dos partes: encontrar los implicantes primos y obtener las ecuaciones a partir de la tabla de implicantes primos.

Método Quine McCluskey

Encontrar implicantes primos

1) Se toma el minitérmino de la tabla de verdad y se convierte a su equivalente en binario. $\Sigma m(0,1,2,4,5,7,8,9,10,12,13,15)$

MINITERMINO	A	B	C	D	Z	
M0	0	0	0	0	1	✓
M1	0	0	0	1	1	✓
M2	0	0	1	0	1	✓
M3	0	0	1	1	0	
M4	0	1	0	0	1	✓
M5	0	1	0	1	1	✓
M6	0	1	1	0	0	
M7	0	1	1	1	1	✓
M8	1	0	0	0	1	✓
M9	1	0	0	1	1	✓
M10	1	0	1	0	1	✓
M11	1	0	1	1	0	
M12	1	1	0	0	1	✓
M13	1	1	0	1	1	✓
M14	1	1	1	0	0	
M15	1	1	1	1	1	✓



MINITERMINO	A	B	C	D	Z
M0	0	0	0	0	1
M1	0	0	0	1	1
M2	0	0	1	0	1
M4	0	1	0	0	1
M5	0	1	0	1	1
M7	0	1	1	1	1
M8	1	0	0	0	1
M9	1	0	0	1	1
M10	1	0	1	0	1
M12	1	1	0	0	1
M13	1	1	0	1	1
M15	1	1	1	1	1

Método Quine McCluskey

Se colocan en la Columna I, los minitérmino ordenados de menor a mayor número de unos

MINITERMINO	A	B	C	D	Z
M0	0	0	0	0	1
M1	0	0	0	1	1
M2	0	0	1	0	1
M4	0	1	0	0	1
M5	0	1	0	1	1
M7	0	1	1	1	1
M8	1	0	0	0	1
M9	1	0	0	1	1
M10	1	0	1	0	1
M12	1	1	0	0	1
M13	1	1	0	1	1
M15	1	1	1	1	1



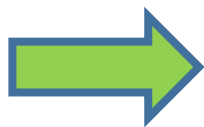
MINITERMINO	A	B	C	D	Z	
M0	0	0	0	0	1	Grupo 0
M1	0	0	0	1	1	Grupo 1
M2	0	0	1	0	1	
M4	0	1	0	0	1	
M8	1	0	0	0	1	
M5	0	1	0	1	1	Grupo 2
M9	1	0	0	1	1	
M10	1	0	1	0	1	
M12	1	1	0	0	1	
M7	0	1	1	1	1	Grupo 3
M13	1	1	0	1	1	
M15	1	1	1	1	1	Grupo 4

Método Quine McCluskey

3) Se comparan los mintérminos que sólo tienen una diferencia en sus bits, formando la siguiente tabla. En esta columna se escriben los mintérminos comparados y el nuevo término, donde se marcará con un guion (-) esa diferencia. Cada término que pase a la siguiente columna deberá marcarse (✓).

Columna I

MINITERMINO	A	B	C	D	Z
M0	0	0	0	0	1
M1	0	0	0	1	1
M2	0	0	1	0	1
M4	0	1	0	0	1
M8	1	0	0	0	1
M5	0	1	0	1	1
M9	1	0	0	1	1
M10	1	0	1	0	1
M12	1	1	0	0	1
M7	0	1	1	1	1
M13	1	1	0	1	1
M15	1	1	1	1	1



Columna II

MINITERMINO	A	B	C	D
(M0,M1)	0	0	0	-

Método Quine McCluskey

Columna I

MINITERNIMO	A	B	C	D	Z	
M0	0	0	0	0	1	✓
M1	0	0	0	1	1	✓
M2	0	0	1	0	1	✓
M4	0	1	0	0	1	✓
M8	1	0	0	0	1	✓
M5	0	1	0	1	1	✓
M9	1	0	0	1	1	✓
M10	1	0	1	0	1	✓
M12	1	1	0	0	1	✓
M7	0	1	1	1	1	✓
M13	1	1	0	1	1	✓
M15	1	1	1	1	1	✓



Columna II

MINITERNIMO	A	B	C	D
(M0,M1)	0	0	0	-
(M0,M2)	0	0	-	0
(M0,M4)	0	-	0	0
(M0,M8)	-	0	0	0
(M1,M5)	0	-	0	1
(M1,M9)	-	0	0	1
(M2,M10)	-	0	1	0
(M4,M5)	0	1	0	-
(M4,M12)	-	1	0	0
(M8,M9)	1	0	0	-
(M8,M10)	1	0	-	0
(M8,M12)	1	-	0	0
(M5,M7)	0	1	-	1
(M5,M13)	-	1	0	1
(M9,M13)	1	-	0	1
(M12,M13)	1	1	0	-
(M7,M15)	-	1	1	1
(M13,M15)	1	1	-	1

Método Quine McCluskey

4) El paso 3 se repetirá hasta que ya no sea posible formar nuevas columnas

Columna II

MINITERMINO	A	B	C	D
(M0,M1)	0	0	0	-
(M0,M2)	0	0	-	0
(M0,M4)	0	-	0	0
(M0,M8)	-	0	0	0
(M1,M5)	0	-	0	1
(M1,M9)	-	0	0	1
(M2,M10)	-	0	1	0
(M4,M5)	0	1	0	-
(M4,M12)	-	1	0	0
(M8,M9)	1	0	0	-
(M8,M10)	1	0	-	0
(M8,M12)	1	-	0	0
(M5,M7)	0	1	-	1
(M5,M13)	-	1	0	1
(M9,M13)	1	-	0	1
(M12,M13)	1	1	0	-
(M7,M15)	-	1	1	1
(M13,M15)	1	1	-	1



Columna III

MINITERMINO	A	B	C	D
(M0 M1)(M4 M5)	0	-	0	-
(M0 M1)(M8 M9)	-	0	0	-
(M0 M2)(M8 M10)	-	0	-	0
(M0 M4)(M1 M5)	0	-	0	-
(M0 M4)(M8 M12)	-	-	0	0
(M0 M8)(M1 M9)	-	0	0	-
(M0 M8)(M2 M10)	-	0	-	0
(M0 M8)(M4 M12)	-	-	0	0
(M1 M5)(M9 M13)	-	-	0	1
(M1 M9)(M5 M13)	-	-	0	1
(M4 M5)(M12 M13)	-	1	0	-
(M4 M12)(M5 M13)	-	1	0	-
(M8 M9)(M12 M13)	1	-	0	-
(M8 M12)(M9 M13)	1	-	0	-
(M5 M7)(M13 M15)	-	1	-	1
(M5 M13)(M7 M15)	-	1	-	1

Método Quine McCluskey

5) Si en alguna de las columnas se repiten elementos, se toma solamente uno para formar la siguiente columna.

Columna III

MINITERMINO	A	B	C	D
(M0 M1)(M4 M5)	0	-	0	-
(M0 M1)(M8 M9)	-	0	0	-
(M0 M2)(M8 M10)	-	0	-	0
(M0 M4)(M1 M5)	0	-	0	-
(M0 M4)(M8 M12)	-	-	0	0
(M0 M8)(M1 M9)	-	0	0	-
(M0 M8)(M2 M10)	-	0	-	0
(M0 M8)(M4 M12)	-	-	0	0
(M1 M5)(M9 M13)	-	-	0	1
(M1 M9)(M5 M13)	-	-	0	1
(M4 M5)(M12 M13)	-	1	0	-
(M4 M12)(M5 M13)	-	1	0	-
(M8 M9)(M12 M13)	1	-	0	-
(M8 M12)(M9 M13)	1	-	0	-
(M5 M7)(M13 M15)	-	1	-	1
(M5 M13)(M7 M15)	-	1	-	1



Columna IV

MINITERMINO	A	B	C	D
(M0 M1)(M4 M5)	0	-	0	-
(M0 M1)(M8 M9)	-	0	0	-
(M0 M2)(M8 M10)	-	0	-	0
(M0 M4)(M8 M12)	-	-	0	0
(M1 M5)(M9 M13)	-	0	1	-
(M4 M5)(M12 M13)	-	1	0	-
(M8 M9)(M12 M13)	1	-	0	-
(M5 M7)(M13 M15)	-	1	-	1

Método Quine McCluskey

5) Una vez que ya no se tienen elementos qué combinar se obtienen los implicantes primos que surgen de los términos no marcados.

Columna IV

MINITERMINO	A	B	C	D
(M0 M1)(M4 M5)	0	-	0	-
(M0 M1)(M8 M9)	-	0	0	-
(M0 M2)(M8 M10)	-	0	-	0
(M0 M4)(M8 M12)	-	-	0	0
(M1 M5)(M9 M13)	-	0	1	-
(M4 M5)(M12 M13)	-	1	0	-
(M8 M9)(M12 M13)	1	-	0	-
(M5 M7)(M13 M15)	-	1	-	1

Ejemplo:

$$X = \overline{A}\overline{C} + \overline{B}\overline{C} + \overline{B}\overline{D} + \overline{C}\overline{D} + \overline{B}C + B\overline{C} + A\overline{C} + BD$$

Los guiones indican la ausencia de la variable, por lo tanto, no se lista.



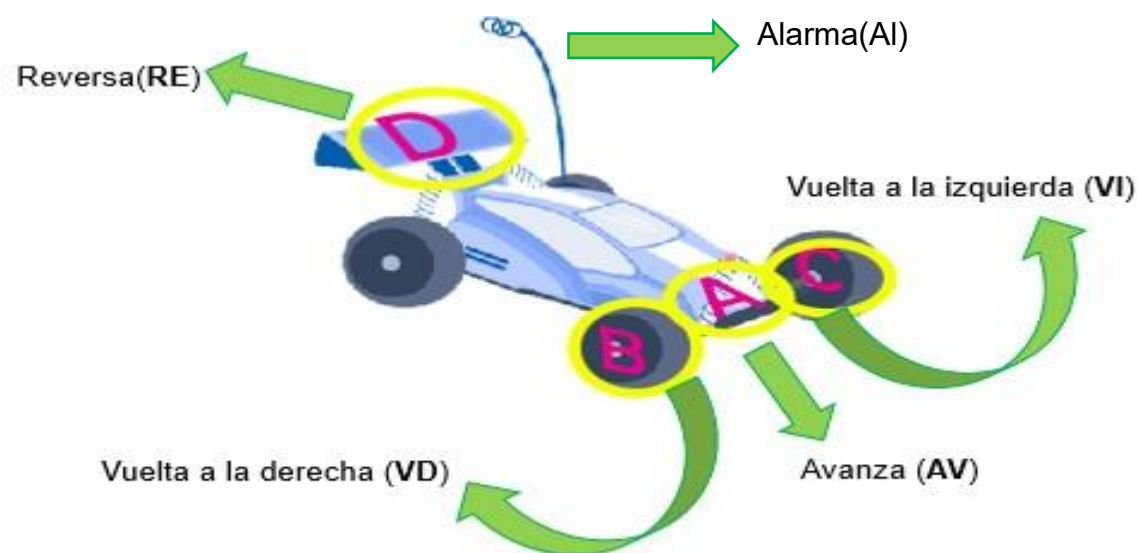
MATERIAL Y EQUIPO

-Se recomienda registrarse en la página <https://www.altera.com/> y descargar el programa Quartus II.

Desarrollo

EJERCICIO

Simplificar las ecuaciones para que el carrito de vuelta a la derecha (VD), vuelta a la izquierda (VI), reversa (RE) y avanza (Av). Alarma (AL) cuando no pueda realizar dos cosas al mismo tiempo.



Desarrollo

EJERCICIO

Simplificar las ecuaciones para que el carrito de vuelta a la derecha (VD), vuelta a la izquierda (VI), reversa (RE) y avanza (AV). Alarma (AL) cuando no pueda realizar dos cosas al mismo tiempo.

MINITERNIMO	A	B	C	D	AV	RE	VD	VI	AL
m0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
m1	0	0	0	1	1	0	0	0	0
m2	0	0	1	0	1	0	1	0	0
m3	0	0	1	1	1	0	1	0	0
m4	0	1	0	0	1	0	0	1	0
m5	0	1	0	1	1	0	0	1	0
m6	0	1	1	0	0	1	1	0	1
m7	0	1	1	1	1	0	0	0	1
m8	1	0	0	0	0	1	1	0	0
m9	1	0	0	1	1	0	1	0	0
m10	1	0	1	0	1	0	1	0	0
m11	1	0	1	1	1	0	1	0	0
m12	1	1	0	0	0	1	1	0	0
m13	1	1	0	1	0	0	0	1	0
m14	1	1	1	0	0	1	1	0	1
m15	1	1	1	1	0	0	0	0	1

Desarrollo

Ejemplo de avanza

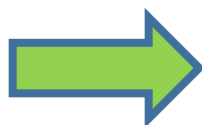
Tabla para minitérmino de avanzar (AV).

MINITERMINO	A	B	C	D	AV	RE	VD	VI	AL
m0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
m1	0	0	0	1	1	0	0	0	0
m2	0	0	1	0	1	0	1	0	0
m3	0	0	1	1	1	0	1	0	0
m4	0	1	0	0	1	0	0	1	0
m5	0	1	0	1	1	0	0	1	0
m6	0	1	1	0	0	1	1	0	1
m7	0	1	1	1	1	0	0	0	1
m8	1	0	0	0	0	1	1	0	0
m9	1	0	0	1	1	0	1	0	0
m10	1	0	1	0	1	0	1	0	0
m11	1	0	1	1	1	0	1	0	0
m12	1	1	0	0	0	1	1	0	0
m13	1	1	0	1	0	0	0	1	0
m14	1	1	1	0	0	1	1	0	1
m15	1	1	1	1	0	0	0	0	1

Ejemplo de avanza

1) Se toman los minitérmino de la tabla de verdad y se convierte a su equivalente en binario. $\Sigma m(0,1,2,3,4,5,7,9,10,11)$.

MINITERMINO	A	B	C	D	AV
m0	0	0	0	0	1
m1	0	0	0	1	1
m2	0	0	1	0	1
m3	0	0	1	1	1
m4	0	1	0	0	1
m5	0	1	0	1	1
m6	0	1	1	0	0
m7	0	1	1	1	1
m8	1	0	0	0	0
m9	1	0	0	1	1
m10	1	0	1	0	1
m11	1	0	1	1	1
m12	1	1	0	0	0
m13	1	1	0	1	0
m14	1	1	1	0	0
m15	1	1	1	1	0



MINITERMINO	A	B	C	D	AV
m0	0	0	0	0	1
m1	0	0	0	1	1
m2	0	0	1	0	1
m3	0	0	1	1	1
m4	0	1	0	0	1
m5	0	1	0	1	1
m7	0	1	1	1	1
m9	1	0	0	1	1
m10	1	0	1	0	1
m11	1	0	1	1	1

Ejemplo de avanza

Se colocan en la Columna I, los minitérmino ordenados de menor a mayor número de unos

Columna I

MINITERMINO	A	B	C	D	AV
m0	0	0	0	0	1
m1	0	0	0	1	1
m2	0	0	1	0	1
m3	0	0	1	1	1
m4	0	1	0	0	1
m5	0	1	0	1	1
m6	0	1	1	1	1
m7	1	0	0	1	1
m8	1	0	1	0	1
m9	1	0	1	1	1
m10	1	0	1	1	1
m11	1	0	1	1	1

MINITERMINO	A	B	C	D	AV
m0	0	0	0	0	1
m1	0	0	0	1	1
m2	0	0	1	0	1
m4	0	1	0	0	1
m3	0	0	1	1	1
m5	0	1	0	1	1
m6	1	0	0	1	1
m8	1	0	1	0	1
m7	0	1	1	1	1
m11	1	0	1	1	1

Grupo 0

Grupo 1

Grupo 2

Grupo 3

Ejemplo de avanza

3) Se comparan los mintérminos que sólo tienen una diferencia en sus bits, formando la siguiente tabla. En esta columna se escriben los mintérminos comparados y el nuevo término, donde se marcará con un guion (-) esa diferencia. Cada término que pase a la siguiente columna deberá marcarse (✓).

Columna I

MINITERMINO	A	B	C	D	AV
m0	0	0	0	0	1
m1	0	0	0	1	1
m2	0	0	1	0	1
m4	0	1	0	0	1
m3	0	0	1	1	1
m5	0	1	0	1	1
m9	1	0	0	1	1
m10	1	0	1	0	1
m7	0	1	1	1	1
m11	1	0	1	1	1



Columna II

MINITERMINO	A	B	C	D
(m0,m1)	0	0	0	-

Ejemplo de avanza

Columna I

MINITERNIMO	A	B	C	D	AV
m0	0	0	0	0	1
m1	0	0	0	1	1
m2	0	0	1	0	1
m4	0	1	0	0	1
m3	0	0	1	1	1
m5	0	1	0	1	1
m9	1	0	0	1	1
m10	1	0	1	0	1
m7	0	1	1	1	1
m11	1	0	1	1	1



Columna II

MINITERNIMO	A	B	C	D
(m0,m1)	0	0	0	-
(m0,m2)	0	0	-	0
(m0,m4)	0	-	0	0
(m1,m3)	0	0	-	1
(m1,m5)	0	-	0	1
(m1,m9)	-	0	0	1
(m2,m3)	0	0	1	-
(m2,m10)	-	0	1	0
(m4,m5)	0	1	0	-
(m3,m7)	0	-	1	1
(m3,m11)	-	0	1	1
(m5,m7)	0	1	-	1
(m9,m11)	1	0	-	1
(m10,m11)	1	0	1	-

Ejemplo de avanza

4) El paso 3 se repetirá hasta que ya no sea posible formar nuevas columnas

Columna II

MINITERMINO	A	B	C	D
(m0,m1)	0	0	0	-
(m0,m2)	0	0	-	0
(m0,m4)	0	-	0	0
(m1,m3)	0	0	-	1
(m1,m5)	0	-	0	1
(m1,m9)	-	0	0	1
(m2,m3)	0	0	1	-
(m2,m10)	-	0	1	0
(m4,m5)	0	1	0	-
(m3,m7)	0	-	1	1
(m3,m11)	-	0	1	1
(m5,m7)	0	1	-	1
(m9,m11)	1	0	-	1
(m10,m11)	1	0	1	-



Columna III

MINITERMINO	A	B	C	D
(m0 m1)(m2 m3)	0	0	-	-
(m0 m1)(m4 m5)	0	-	0	-
(m0 m2)(m1 m3)	0	0	-	-
(m0 m4)(m1 m5)	0	-	0	-
(m1 m3)(m5 m7)	0	-	-	1
(m1 m3)(m9 m11)	-	0	-	1
(m1 m5)(m3 m7)	0	-	-	1
(m1 m9)(m3 m11)	-	0	-	1
(m2 m3)(m10 m11)	-	0	1	-
(m2 m10)(m3 m11)	-	0	1	-

Ejemplo de avanza

5) Si en alguna de las columnas se repiten elementos, se toma solamente uno para formar la siguiente columna.

Columna III

MINITERNIMO	A	B	C	D
(m0 m1)(m2 m3)	0	0	-	-
(m0 m1)(m4 m5)	0	-	0	-
(m0 m2)(m1 m3)	0	0	-	-
(m0 m4)(m1 m5)	0	-	0	-
(m1 m3)(m5 m7)	0	-	-	1
(m1 m3)(m9 m11)	-	0	-	1
(m1 m5)(m3 m7)	0	-	-	1
(m1 m9)(m3 m11)	-	0	-	1
(m2 m3)(m10 m11)	-	0	1	-
(m2 m10)(m3 m11)	-	0	1	-



Columna IV

MINITERNIMO	A	B	C	D
(m0 m1)(m2 m3)	0	0	-	-
(m0 m1)(m4 m5)	0	-	0	-
(m1 m3)(m5 m7)	0	-	-	1
(m1 m3)(m9 m11)	-	0	-	1
(m2 m3)(m10 m11)	-	0	1	-

Ejemplo de avanza

6) Una vez que ya no se tienen elementos qué combinar se obtienen los implicantes primos que surgen de los términos no marcados.

MINITERMINO	A	B	C	D
(m0 m1)(m2 m3)	0	0	-	-
(m0 m1)(m4 m5)	0	-	0	-
(m1 m3)(m5 m7)	0	-	-	1
(m1 m3)(m9 m11)	-	0	-	1
(m2 m3)(m10 m11)	-	0	1	-

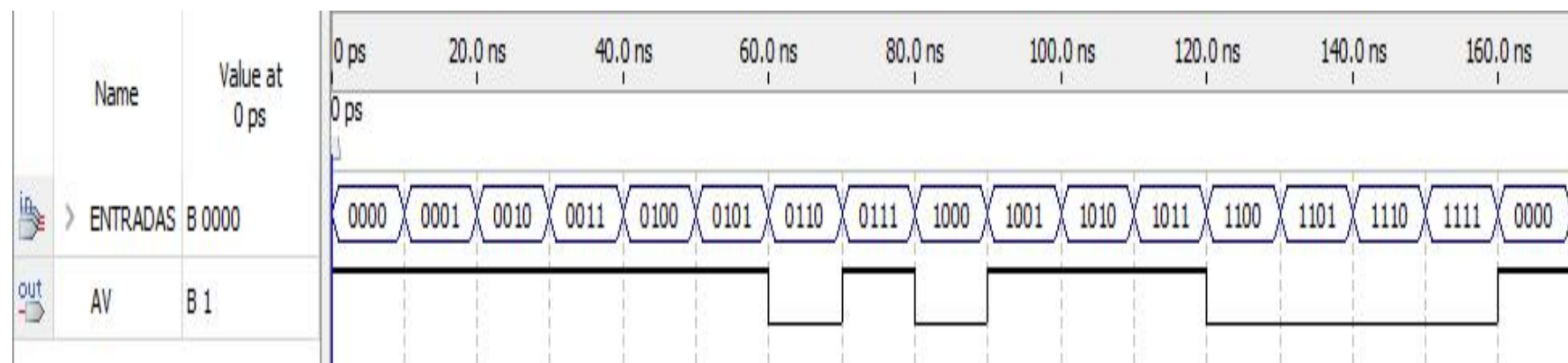
Solución:

$$AV = \bar{A}\bar{B} + \bar{A}\bar{C} + \bar{A}D + \bar{B}D + \bar{B}C$$

Los guiones indican la ausencia de la variable, por lo tanto no se lista.

Ejemplo de avanza Simulación

MINITERMINO	A	B	C	D	AV	
m0	0	0	0	0	1	✓
m1	0	0	0	1	1	✓
m2	0	0	1	0	1	✓
m3	0	0	1	1	1	✓
m4	0	1	0	0	1	✓
m5	0	1	0	1	1	✓
m6	0	1	1	0	0	
m7	0	1	1	1	1	✓
m8	1	0	0	0	0	
m9	1	0	0	1	1	✓
m10	1	0	1	0	1	✓
m11	1	0	1	1	1	✓
m12	1	1	0	0	0	
m13	1	1	0	1	0	
m14	1	1	1	0	0	
m15	1	1	1	1	0	





CONCLUSIONES

Escriba sus conclusiones de esta práctica.

Bibliografía y Referencias

Armando. (22 de 05 de 2019). Obtenido de <http://armando2k.com>

Diaz, J. A. (22 de 05 de 2019). Obtenido de <http://solano.orgfree.com>