

Guía de ejercicios # 1 - Lógica Digital

Organización de Computadoras 2018

UNQ

Objetivos

Que el estudiante pueda:

- Comprender los conceptos básicos de la lógica digital.
- Entender como funcionan los circuitos aritméticos y los circuitos combinatoriales y saber como utilizarlos para construir circuitos más complejos.
- Construir un circuito a partir de un enunciado.

Para resolver esta práctica se aconseja consultar los apuntes de la materia *Lógica proposicional y digital y Circuitos*, disponibles ambos en <http://orga.blog.unq.edu.ar/descargas/>.

Los ejercicios marcados con ♣ forman un conjunto minimal para aprender e integrar los conceptos **con el tiempo disponible en clase**. Los demás ejercicios son redundantes y permiten seguir entrenando.

1 Traducción lógica

1. ★Escribir la tabla de verdad de las siguientes expresiones.

- (a) $p \cdot q + \bar{p} \cdot \bar{q}$
- (b) $(\bar{p} + q) \cdot (p + \bar{q})$
- (c) $(p \cdot q \cdot w) + \bar{p} \cdot \bar{q} \cdot \bar{w}$
- (d) $(p \cdot q \cdot w) + p \cdot \bar{q} \cdot \bar{w} + \bar{p} \cdot q \cdot \bar{w}$
- (e) $p \cdot (q \cdot \bar{w} + \bar{q} \cdot w)$
- (f) $(p + q) \cdot (p + w) \cdot (\bar{p} + \bar{q})$

2. ★Escribir la fórmula que se obtiene con **SOP** para la siguiente tabla. Luego, puede construir la tabla de verdad en base a la expresión obtenida para verificar el resultado del método SoP.

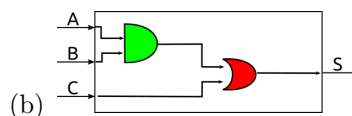
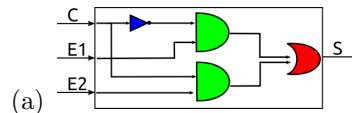
A	B	C	$F(A, B, C)$
0	0	0	0
0	0	1	1
0	1	0	1
0	1	1	0
1	0	0	1
1	0	1	0
1	1	0	0
1	1	1	0

3. Escribir la fórmula que se obtiene con **PoS** para la siguiente tabla. Luego, puede construir la tabla de verdad en base a la expresión obtenida para verificar el resultado del método PoS.

A	B	C	$F(A, B, C)$
0	0	0	1
0	0	1	1
0	1	0	1
0	1	1	0
1	0	0	1
1	0	1	1
1	1	0	0
1	1	1	0

2 Circuitos combinatorios

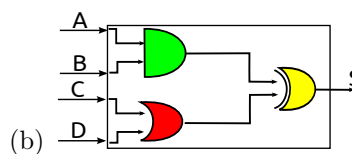
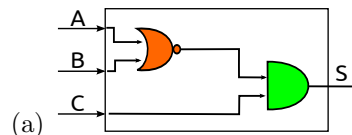
4. Construir la fórmula de verdad para los siguientes circuitos:

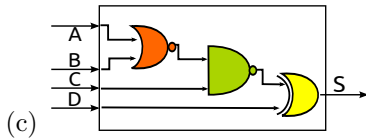


5. Especifique la tabla de verdad de cada circuito del ejercicio anterior.

3 Otras compuertas

6. ★Construir la fórmula de verdad para los siguientes circuitos:





7. Especifique la tabla de verdad de cada circuito del ejercicio anterior.

4 Diseño de circuitos

8. ★Diseñar un circuito **And3** de 3 entradas y una salida que compute la conjunción entre sus entradas.
9. ★Diseñe un circuito de 3 entradas y una salida, cuya salida sea tal que la cantidad de unos entre las entradas y las salidas sea par (por ejemplo, para la entrada 101 la salida es 0 y para la entrada 111 la salida es 1). Plantee la solución como una tabla de verdad y derive el circuito de esta última. Pruebe el circuito obtenido con al menos 4 casos, es decir, simule que se ingresan valores (0 o 1) en las entradas y verifique si la salida obtenida es la esperada.
10. Haga un circuito con 4 entradas y una salida tal que la salida sea 1 si y sólo si hay exactamente 2 entradas en 1. Pruebe el circuito obtenido con al menos 4 casos, es decir, simule que se ingresan valores (0 o 1) en las entradas y verifique si la salida obtenida es la esperada.
11. ★Haga el circuito de un comparador de 1 bit. Debe tener 2 entradas (a y b) y 5 salidas (S_1 , S_2 , S_3 , S_4 , S_5), tales que:

- $S_1 = 1 \leftrightarrow a > b$
- $S_2 = 1 \leftrightarrow a \geq b$
- $S_3 = 1 \leftrightarrow a = b$
- $S_4 = 1 \leftrightarrow a \leq b$
- $S_5 = 1 \leftrightarrow a < b$

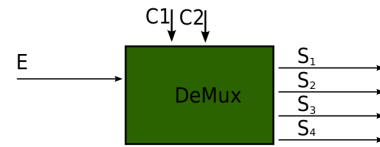
12. Un número de 4 bits es Miti-Miti si sus dos bits más significativos son iguales a los 2 menos significativos. 0101 es Miti-Miti, pero 0110 no. Se pide hacer un circuito que devuelva 1 si la cadena de entrada es Miti-Miti.
13. ★Construir un circuito que a partir de un número de 3 bits x_0, x_1, x_2 tenga 4 salidas que computen el resultado de hacer $3 * x$. Si el resultado no entra en 4 bits, debe devolver 1 en sus cuatro salidas.

Ejemplos:

- $0, 0, 0 \rightarrow 0, 0, 0, 0$ porque $3 * 0 = 0$
- $0, 0, 1 \rightarrow 3$ porque $3 * 1 = 3$
- $1, 1, 1 \rightarrow$ porque $3 * 7 = 21$ y 21 no se puede representar con 4 bits

5 Circuitos famosos

14. ★Un **demultiplexor** es un circuito usado para proyectar el valor que se recibe en la línea de entrada en una de las líneas de salida, dependiendo del estado de las dos líneas de control. Gráficamente es como sigue:



Si el demultiplexor tiene 2 líneas de control, 1 línea de entrada y 4 líneas de salida.

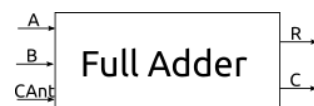
- Si c_1 y c_0 valen 0 entonces se proyecta en s_1 y las restantes salidas valen 0
- Si $c_1 = 0$ y $c_0 = 1$ entonces se proyecta en s_2 y las restantes salidas valen 0
- Si $c_1 = 1$ y $c_0 = 0$ entonces se proyecta en s_3 y las restantes salidas valen 0
- Si c_1 y c_0 valen 1 entonces se proyecta en s_4 y las restantes salidas valen 0

Diseñar el circuito.

15. Dibujar el circuito de un decodificador de 2 líneas de entrada (e_i) y 4 líneas de salida (s_i), cuya tabla de verdad es la siguiente:

e_1	e_0	s_3	s_2	s_1	s_0
0	0	0	0	0	1
0	1	0	0	1	0
1	0	0	1	0	0
1	1	1	0	0	0

16. Usando el circuito anterior, dibujar un demultiplexor de 1 línea de entrada, 2 líneas de control y 4 líneas salidas.
17. ★Diseñar un *full adder* de 1 bit, es decir, un circuito capaz de sumar dos cadenas de 1 bit cada una y un carry de entrada, y cuyo resultado es una cadena de un bit y un carry de salida.



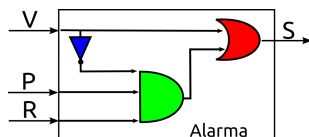
18. Diseñar un restador de 1 bit:



19. ★Diseñar un restador con carry de 1 bit, que tiene 3 entradas: los operandos mas el borrow de entrada (el anterior pidió 1) y tiene 2 salidas, el resultado de la resta y el nuevo borrow.
20. ★Diseñar un *full adder* de 4 bits reusando circuitos que conozca. Un *full adder* de 4 bits tiene como entrada un carry anterior y dos cadenas de 4 bits cada una (es decir, 9 entradas en total), y su salida es una cadena de 4 bits y un carry de salida (es decir, 5 salidas en total).
21. Diseñar un *restador* de 4 bits reusando circuitos que conozca.
22. Rehacer el circuito 13 usando sumadores.

6 Autoevaluacion

23. ★Probá el circuito **demultiplexor** que definiste en el ejercicio 14 con al menos 4 casos, es decir, simulá que se ingresan valores (0 o 1) en las entradas y verifique si la salida obtenida es la esperada.
24. Probá el circuito **decodificador** que definiste en el ejercicio 15 con al menos 4 casos.
25. ★Probá el circuito **comparador de un bit** que definiste en el ejercicio 11 con al menos 2 casos.
26. Se tiene un circuito y se sabe que su función es la de disparar una alarma en una habitación con dos sensores: uno en la única ventana y otro en la única puerta. Si se abre la ventana, la alarma debe sonar de inmediato, pero si se abre la puerta entonces comienza a correr un reloj que activa la entrada R luego de 5 segundos. El circuito es el siguiente:



¿Cómo se comprueba que el circuito cumple con su función?

27. ¿Para qué sirve una tabla de verdad?

References

- [1] Williams Stallings, *Computer Organization and Architecture*, octava edición, Editorial Prentice Hall, 2010. **Apéndice A: Logica Digital**
- [2] A. Tanenbaum, *Organización de Computadoras*, cuarta edición, Editorial Pearson. **Capítulo 3, secciones 1 y 2**