

Circuitos Digitales

Jorge L. Morales Ortiz

Abstracto

En la electrónica digital se trabaja mucho con las compuertas lógicas. Estos operadores lógicos son la base de los circuitos digitales y, por lo tanto, son de mucha importancia en la electrónica. En este laboratorio trabajaremos con las compuertas lógicas básicas para representar un circuito lógico en base a un problema real.

I. Introducción

Con el propósito de implementar los sistemas lógicos en la electrónica digital, se han construido dispositivos que llevan a cabo operaciones de lógica básica. A estos dispositivos se le conocen como compuertas lógicas. La aplicación más directa de las compuertas lógicas es la combinación entre dos o más de ellas para formar circuitos lógicos.

Un circuito lógico es un circuito que opera con números binarios. En otras palabras, es un circuito que maneja la información en forma de ceros (0) y unos (1). El cero y el uno van a representar dos niveles de voltaje fijos. Por ejemplo, uno (1) puede representar un nivel de voltaje alto, y cero (0) puede representar un nivel de voltaje bajo. También puede mirarse de la siguiente manera: 1 es cuando está encendido y 0 es cuando está apagado. Este tipo de circuito se diseña principalmente utilizando tres compuertas lógicas básicas: **and**, **or** y **not**. Estos tres operadores dan lugar a otros tipos de compuertas lógicas: **nand**, **nor**, **xor**, etc. Todas las compuertas lógicas tienen una o más entradas y una o dos salidas. Los circuitos lógicos responden a funciones lógicas. Una función lógica hace que una o más salidas tengan un determinado valor para un valor determinado de las entradas. Aunque los circuitos lógicos pueden resultar muy complejos, en realidad se construyen de un número muy grande de circuitos muy simples. Esto es una ventaja debido a que el diseño y el análisis de los circuitos se simplifican grandemente.

Cada una de las compuertas lógicas se representa con un símbolo, que a su vez puede ser representado con una función o con una tabla. A continuación se muestran los símbolos de algunas de las compuertas lógicas, junto con la tabla de verdad correspondiente:







AND	<table border="1"><thead><tr><th>a</th><th>b</th><th>f</th></tr></thead><tbody><tr><td>0</td><td>0</td><td>0</td></tr><tr><td>0</td><td>1</td><td>0</td></tr><tr><td>1</td><td>0</td><td>0</td></tr><tr><td>1</td><td>1</td><td>1</td></tr></tbody></table>	a	b	f	0	0	0	0	1	0	1	0	0	1	1	1	
a	b	f															
0	0	0															
0	1	0															
1	0	0															
1	1	1															
OR	<table border="1"><thead><tr><th>a</th><th>b</th><th>f</th></tr></thead><tbody><tr><td>0</td><td>0</td><td>0</td></tr><tr><td>0</td><td>1</td><td>1</td></tr><tr><td>1</td><td>0</td><td>1</td></tr><tr><td>1</td><td>1</td><td>1</td></tr></tbody></table>	a	b	f	0	0	0	0	1	1	1	0	1	1	1	1	
a	b	f															
0	0	0															
0	1	1															
1	0	1															
1	1	1															
NOT	<table border="1"><thead><tr><th>a</th><th>f</th></tr></thead><tbody><tr><td>0</td><td>1</td></tr><tr><td>1</td><td>0</td></tr></tbody></table>	a	f	0	1	1	0										
a	f																
0	1																
1	0																
NAND	<table border="1"><thead><tr><th>a</th><th>b</th><th>f</th></tr></thead><tbody><tr><td>0</td><td>0</td><td>1</td></tr><tr><td>0</td><td>1</td><td>1</td></tr><tr><td>1</td><td>0</td><td>1</td></tr><tr><td>1</td><td>1</td><td>0</td></tr></tbody></table>	a	b	f	0	0	1	0	1	1	1	0	1	1	1	0	
a	b	f															
0	0	1															
0	1	1															
1	0	1															
1	1	0															
NOR	<table border="1"><thead><tr><th>a</th><th>b</th><th>f</th></tr></thead><tbody><tr><td>0</td><td>0</td><td>1</td></tr><tr><td>0</td><td>1</td><td>0</td></tr><tr><td>1</td><td>0</td><td>0</td></tr><tr><td>1</td><td>1</td><td>0</td></tr></tbody></table>	a	b	f	0	0	1	0	1	0	1	0	0	1	1	0	
a	b	f															
0	0	1															
0	1	0															
1	0	0															
1	1	0															
XOR	<table border="1"><thead><tr><th>a</th><th>b</th><th>f</th></tr></thead><tbody><tr><td>0</td><td>0</td><td>0</td></tr><tr><td>0</td><td>1</td><td>1</td></tr><tr><td>1</td><td>0</td><td>1</td></tr><tr><td>1</td><td>1</td><td>0</td></tr></tbody></table>	a	b	f	0	0	0	0	1	1	1	0	1	1	1	0	
a	b	f															
0	0	0															
0	1	1															
1	0	1															
1	1	0															

Figura 1 – Símbolos de las compuertas lógicas y su tabla de verdad

II. Experimento

Descripción del problema:

En la familia Pérez, Germán y Janet tienen dos niños, Joe y Susy. Cuando van a comer fuera ellos van a un restaurante que sirven solo hamburgers (0) o uno donde solo sirven pollo (1). Antes de salir la familia vota para decidir que restaurante escoger. La mayoría gana, excepto cuando mamá y papá están de acuerdo en este caso ellos deciden. Si hay otro empate todos van al restaurante de pollo. Diseñe un circuito lógico que automáticamente seleccione el restaurante cuando cada miembro vote y simplifíquelo utilizando álgebra booleana o K-maps.

III. Análisis de Datos

Tabla 1 – Tabla de verdad representando el problema planteado

Germán (A)	Janet (B)	Joe (C)	Susy (D)	Output
0	0	0	0	0
0	0	0	1	0
0	0	1	0	0
0	0	1	1	0
0	1	0	0	0
0	1	0	1	1
0	1	1	0	1
0	1	1	1	1
1	0	0	0	0
1	0	0	1	1
1	0	1	0	1
1	0	1	1	1
1	1	0	0	1
1	1	0	1	1
1	1	1	0	1
1	1	1	1	1

Función Resultante –

$$\overline{f(A,B,C,D)} = (\overline{A+B+C+D})(\overline{A+B+C+D})(\overline{A+B+C+D})(\overline{A+B+C+D})$$

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

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

K-map de la función resultante –

	$\overline{A}\overline{B}$	$\overline{A}B$	AB	$A\overline{B}$
$\overline{C}\overline{D}$	0	0	1	0
$\overline{C}D$	0	1	1	1
CD	0	1	1	1
$C\overline{D}$	0	1	1	1

$$\overline{f(A,B,C,D)} = (\overline{A+B})(\overline{A+C+D})(\overline{B+C+D})$$

Función Simplificada –

$$f(A,B,C,D) = (A \cdot B) + (A \cdot C \cdot D) + (B \cdot C \cdot D)$$

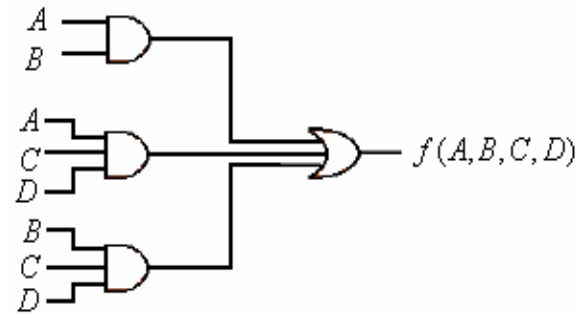


Figura 2 – Esquemático del Circuito

Para ensamblar el circuito que se muestra en la Figura 2, se utilizaron cuatro componentes: un **or** de tres entradas, dos **and** de tres entradas y un **and** de dos entradas.

Los componentes lógicos se clasifican en familias, de las cuales las más importantes son la TTL y la CMOS. La familia TTL (Transistor-Transistor Logic) se compone de transistores bipolares. Esta familia define los valores binarios de la siguiente manera: 0 = 0V – 0.8V; 1 = 2V – 5V. Operan con un voltaje de 5V y utilizan de 3 a 4mA. La familia CMOS (Complementary Metal Oxide Semiconductor) se compone de MOSFETs. Requieren menos potencia que los TTL (utilizan alrededor de 1mA) y operan dentro de un rango de voltaje mayor (desde 3V hasta 18V).

Advance:

1. Explique las compuertas lógicas elementales.

Las compuertas lógicas elementales son las siguientes (sus símbolos y sus tablas de verdad se muestran en la Figura 1):

AND – la función (f) es uno (1) solo cuando las entradas son ambas uno (1).

OR – la función (f) es cero (0) solo cuando las entradas son ambas cero (0).

NOT – se llama también compuerta inversora, porque su salida (f) tiene el valor inverso al de su entrada.

2. ¿Cuáles son los números descriptivos de los componentes en la serie TTL y CMOS?

Los componentes de la serie TTL comienzan con el número 74, y los componentes de la familia CMOS comienzan con el número 40.

IV. Conclusión

En este experimento trabajamos con las compuertas lógicas elementales. Estas trabajan con información en código binario (0 y 1) y llevan a cabo operaciones de lógica básica. Las compuertas lógicas se utilizan mucho en la electrónica digital porque ayudan a simplificar el diseño y el análisis de los circuitos digitales. Después de haber aprendido cómo funciona cada una de las compuertas lógicas básicas, las utilizamos para diseñar un circuito lógico con el propósito de resolver un problema real. Además estudiamos dos de las familias en las que se clasifican los componentes lógicos, la familia TTL y la CMOS, y vimos algunas de las diferencias que existen entre ellas.

V. Referencias

(1)<http://www.uv.es/~marinjl/electro/digital1.html>

(2)http://www.unicrom.com/Tut_circuitoslogicos.asp

(3)<http://www.terra.es/personal2/equipos2/puertas.htm>

(4)<http://hyperphysics.phy-astr.gsu.edu/hbase/electronic/logfam.html>