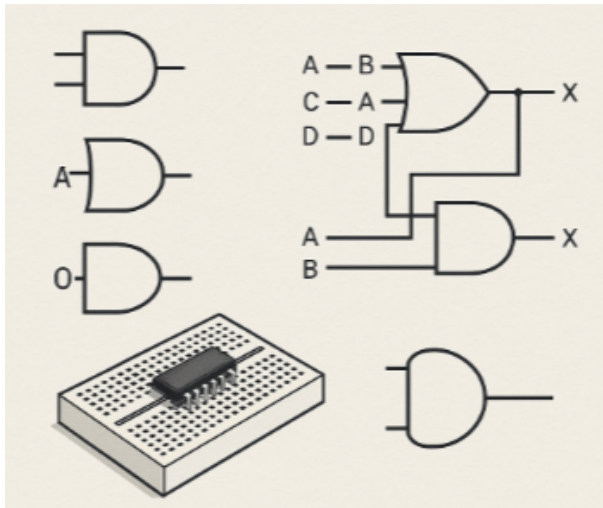


U  
T  
N  
  
F  
R  
C



# Práctico de laboratorio N°1

## Álgebra de Boole

y

## circuitos combinacionales

■ **Autor:**

- Nahuel Pereyra Leg. - Leg. 402333
- Marcos Raúl Gatica - Leg. 402006
- Valentino Rao - Leg. 402308

■ **Curso:** 3R1

■ **Asignatura:** Técnicas Digitales I - Departamento de Ingeniería Electrónica.

■ **Institución:** Universidad Tecnológica Nacional - Facultad Regional de Córdoba.



## Índice

<b>1. Introducción</b>	<b>1</b>
1.1. Objetivos generales . . . . .	1
1.2. Objetivos específicos . . . . .	1
1.3. Elementos utilizados . . . . .	1
<b>2. Prácticos realizados</b>	<b>1</b>
2.1. BCD $\rightarrow$ Exceso-3 . . . . .	1
2.2. Comparador binario . . . . .	1
<b>3. Cálculos y respuestas</b>	<b>1</b>
3.1. Exceso 3 . . . . .	1
3.1.1. Tabla de verdad . . . . .	1
3.1.2. Obtención de funciones lógicas por Karnaugh . . . . .	1
3.1.3. Implementación y simulación . . . . .	2
3.1.4. Circuito con compuertas lógicas . . . . .	3
3.2. Comparador binario . . . . .	4
3.2.1. Tabla de verdad . . . . .	4
3.2.2. Obtención de funciones lógicas por Karnaugh . . . . .	4
3.2.3. Implementación y simulación . . . . .	4
3.2.4. Circuito con compuertas lógicas . . . . .	6
<b>4. Conclusiones</b>	<b>7</b>
4.1. Dificultades enfrentadas . . . . .	7
4.2. Objetivos alcanzados . . . . .	7



## 1. Introducción

### 1.1. Objetivos generales

El propósito de este trabajo práctico es resolver problemas prácticos usando el conjunto de circuitos "MiniLab", para afianzar los conocimientos teóricos y prácticos adquiridos en el aula.

### 1.2. Objetivos específicos

- Poner en práctica los conocimientos adquiridos en la materia.
- Realizar ejemplos prácticos para ejercitar los temas de álgebra de Boole y circuitos combinacionales.
- Reforzar los conocimientos aplicando diferentes métodos de minimización de funciones.

### 1.3. Elementos utilizados

## 2. Prácticos realizados

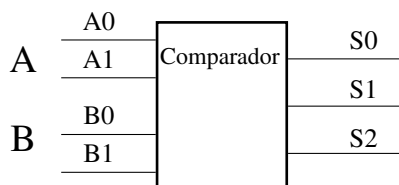
### 2.1. BCD → Exceso-3

**Consigna:** Diseñar y armar un conversor de código BCD a XS3 (exceso 3). Realizar:

- Tabla de verdad
- Obtener las funciones lógicas de calidas con circuitos combinacionales.
- Minimizar el circuito y verificar su funcionamiento en el MiniLab.
- Armar el circuito y verificar su funcionamiento en el simulador "falstad.com"

### 2.2. Comparador binario

El siguiente circuito es un comparador binario de dos números  $A$  y  $B$  de dos bits cada uno. Las salidas ( $S0$ ,  $S1$  y  $S2$ ) representan la salida del comparador y cuando  $S0 = 1$  cuando  $A > B$  y  $S2 = 1$  para  $A = B$ , en caso de no darse la condición, la salida permanece en cero.



Se pide:

- Tabla de verdad.
- Obtener las funciones lógicas de salidas con circuitos combinacionales.
- Circuito mínimo usando mapa de Karnaugh.
- Circuito mínimo usando teoremas y postulados de álgebra de Boole.

V. Armado de circuito y verificado en MiniLab.

VI. Armado de circuito y verificado con simulador "falstad.com"

## 3. Cálculos y respuestas

### 3.1. Exceso 3

#### 3.1.1. Tabla de verdad

A	B	C	D	W	X	Y	Z
0	0	0	0	0	0	1	1
0	0	0	1	0	1	0	0
0	0	1	0	0	1	0	1
0	0	1	1	0	1	1	0
0	1	0	0	0	1	1	1
0	1	0	1	1	0	0	0
0	1	1	0	1	0	0	1
0	1	1	1	1	0	1	0
1	0	0	0	1	0	1	1
1	0	0	1	1	1	0	0
1	0	1	0	X	X	X	X
1	0	1	1	X	X	X	X
1	1	0	0	X	X	X	X
1	1	0	1	X	X	X	X
1	1	1	0	X	X	X	X
1	1	1	1	X	X	X	X

#### 3.1.2. Obtención de funciones lógicas por Karnaugh

cd \ ab	00	01	11	10
00	0	1	1	1
01	1	0	0	0
11	0	1	X	X
10	X	X	X	X

$$X = \sum(1;2;3;4;9)$$

$$X = D.\bar{B} + C.\bar{B} + \bar{C}.\bar{D}.B$$

cd \ ab	00	01	11	10
00	1	0	1	1
01	1	0	1	1
11	X	X	X	X
10	1	0	X	X

$$Y = \sum(0;3;4;7;8)$$

$$Y = C.D + \bar{C}.\bar{D}$$

ab \ cd				
	00	01	11	10
00	0	0	0	0
01	0	1	1	1
11	X	X	X	X
10	1	1	X	X

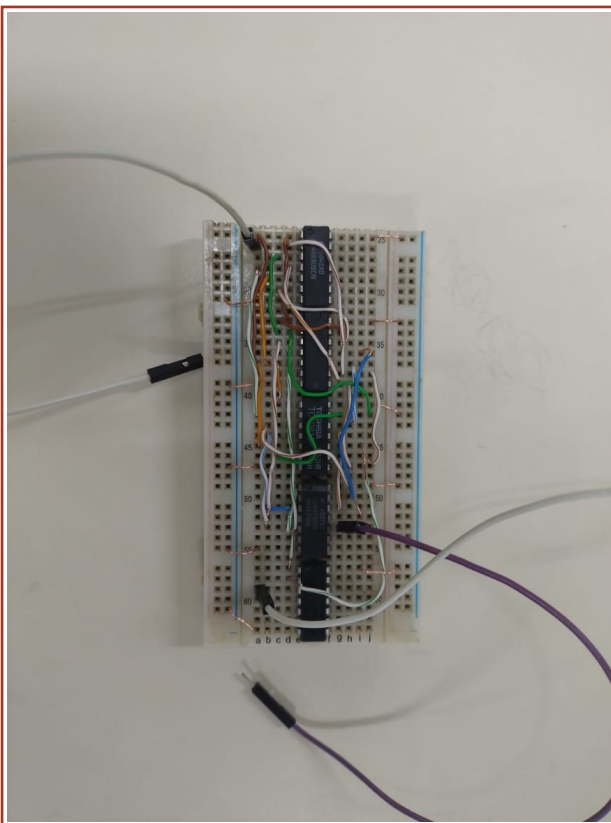
$$W = \sum(5;6;7;8;9)$$

$$W = A + B.D + B.C$$

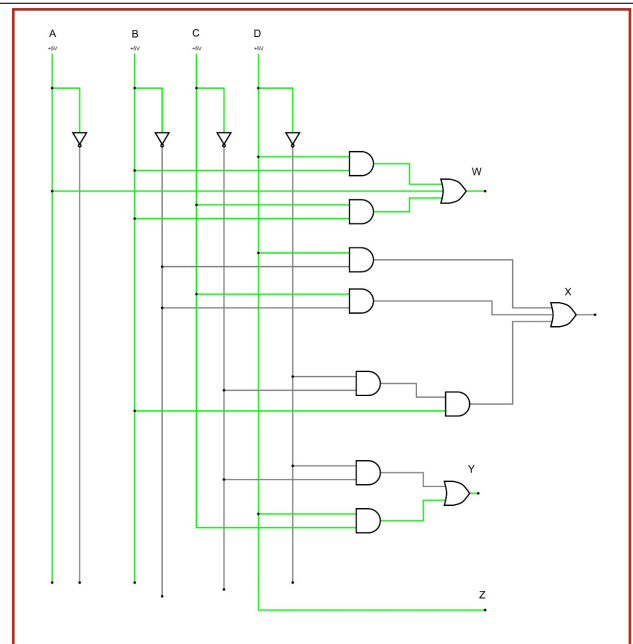
$$Z = \sum(0;2;4;6;8)$$

$$Z = \bar{D}$$

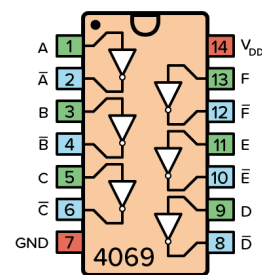
### 3.1.3. Implementación y simulación



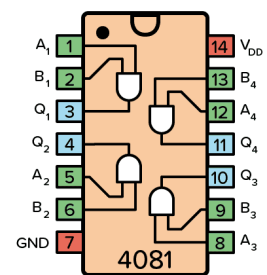
**Figura 1:** Implementación con MiniLab



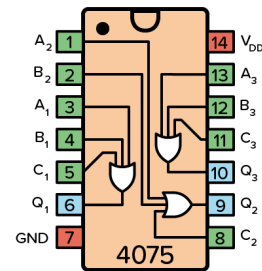
**Figura 2:** Circuito simulado en Falstad



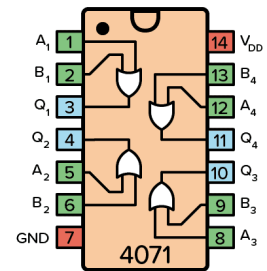
(a) Inversor CD4069 x1



(b) AND dos entradas x2



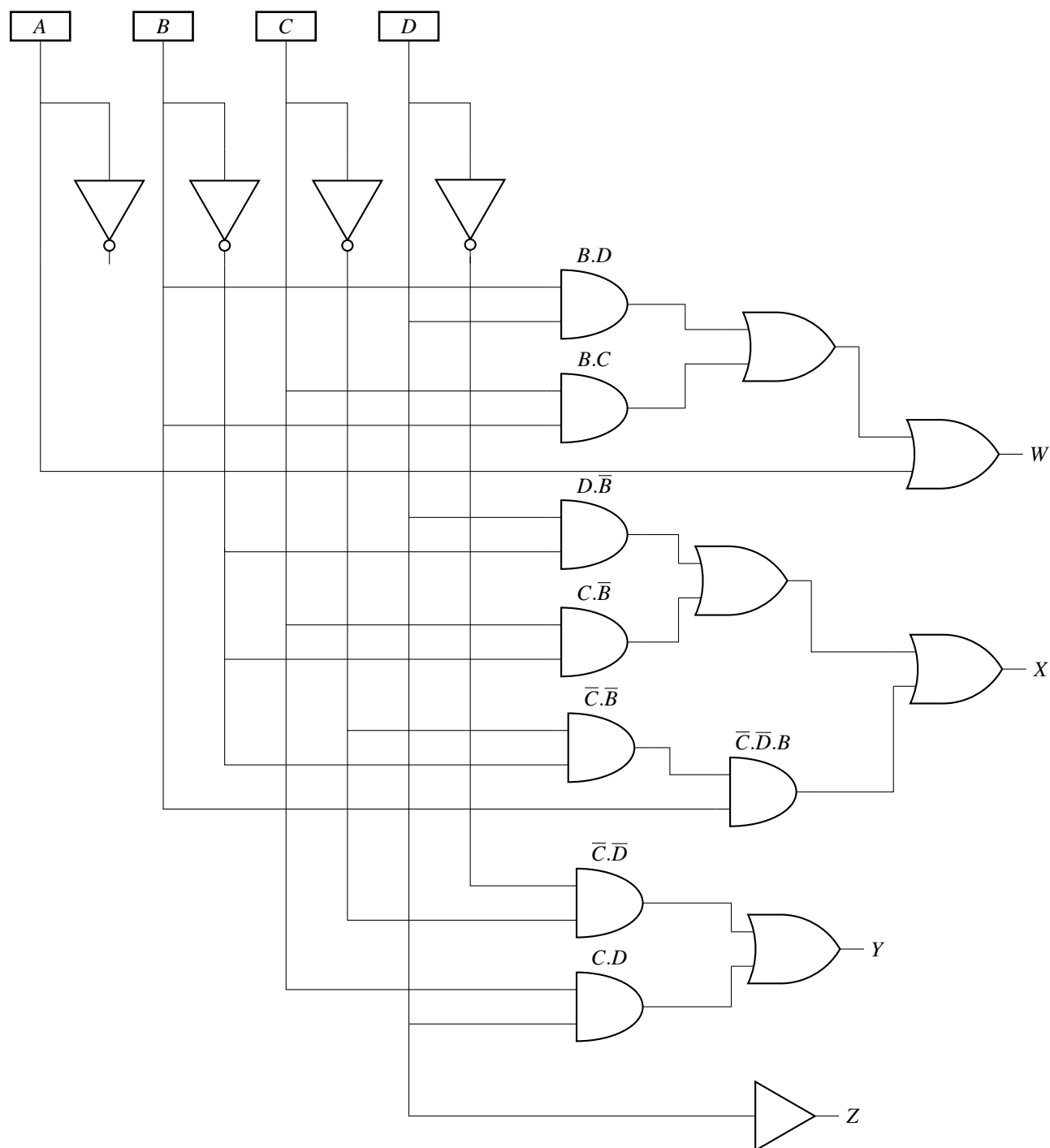
(c) OR tres entradas x1



(d) OR dos entradas x1

**Figura 3:** Integrados usados

### 3.1.4. Circuito con compuertas lógicas



### 3.2. Comparador binario

$$S_0 = 1 \rightarrow A > B$$

$$S_1 = 1 \rightarrow A < B$$

$$S_2 = 1 \rightarrow A = B$$

#### 3.2.1. Tabla de verdad

$A_1$	$A_0$	$B_1$	$B_0$	$S_0$	$S_1$	$S_2$
0	0	0	0	0	0	1
0	0	0	1	0	1	0
0	0	1	0	0	1	0
0	0	1	1	0	1	0
0	1	0	0	1	0	0
0	1	0	1	0	0	1
0	1	1	0	0	1	0
0	1	1	1	0	1	0
1	0	0	0	1	0	0
1	0	0	1	1	0	0
1	0	1	0	0	0	1
1	0	1	1	0	1	0
1	1	0	0	1	0	0
1	1	0	1	1	0	0
1	1	1	0	1	0	0
1	1	1	1	0	0	1

#### 3.2.2. Obtención de funciones lógicas por Karnaugh

cd \ ab	00	01	11	10
00	0	0	0	0
01	0	0	0	0
11	1	1	0	1
10	1	1	0	0

$$S_0 = \sum(4; 9; 15; 14; 13; 12; 8)$$

$$S_0 = (A_0 \cdot \overline{B_1} \cdot \overline{B_0}) + (A_1 \cdot A_0 \cdot \overline{B_0}) + (A_1 \cdot \overline{B_1})$$

cd \ ab	00	01	11	10
00	0	1	1	1
01	0	0	1	1
11	0	0	0	0
10	0	0	1	0

$$S_1 = \sum(1; 2; 3; 6; 7; 11)$$

$$S_1 = (\overline{A_1} \cdot \overline{A_0} \cdot B_0) + (\overline{A_1} \cdot B_1) + (\overline{A_0} \cdot B_1 \cdot B_0)$$

cd \ ab	00	01	11	10
00	1	0	0	0
01	0	1	0	0
11	0	0	1	0
10	0	0	0	1

$$S_2 = \sum(0; 5; 10; 15)$$

$$S_2 = (\overline{A_1} \cdot \overline{A_0} \cdot \overline{B_1} \cdot \overline{B_0}) + (\overline{A_1} \cdot A_0 \cdot \overline{B_1} \cdot B_0) + (A_1 \cdot A_0 \cdot B_1 \cdot B_0)$$

$$+ (A_1 \cdot \overline{A_0} \cdot B_1 \cdot \overline{B_0})$$

$$XNOR = (\overline{X} \cdot \overline{Y}) + (X \cdot Y)$$

$$\Rightarrow S_2 = \overline{A_1} \cdot \overline{B_1} (\overline{A_0} \cdot \overline{B_0} + A_0 \cdot B_0) + A_1 \cdot B_1 (A_0 \cdot B_0 + \overline{A_0} \cdot \overline{B_0})$$

$$S_2 = (\overline{A_0} \cdot \overline{B_0} + A_0 \cdot B_0) \cdot (\overline{A_1} \cdot \overline{B_1} + A_1 \cdot B_1)$$

$$S_2 = \overline{(A_0 \oplus B_0)} \cdot \overline{(A_1 \oplus B_1)}$$

#### 3.2.3. Implementación y simulación

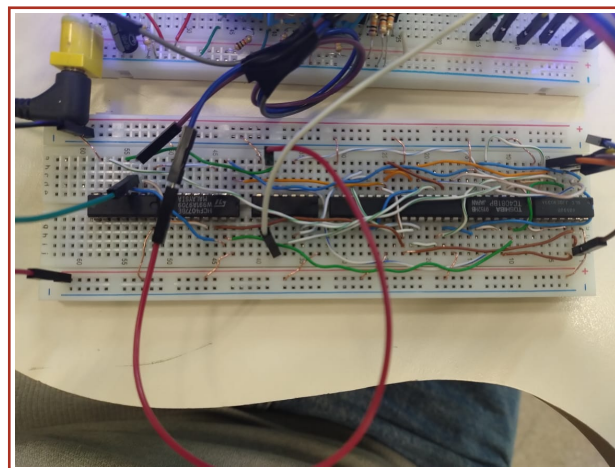
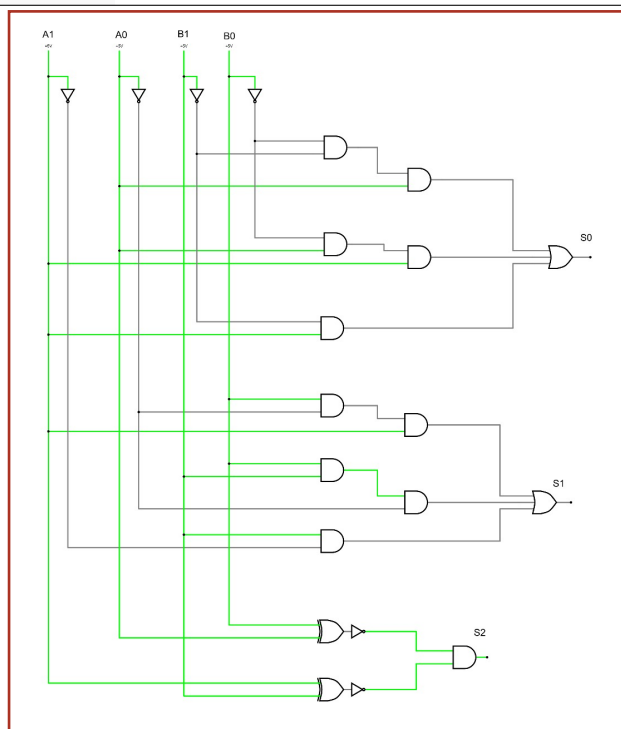
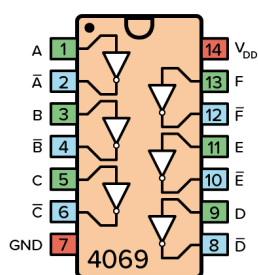


Figura 4: Implementación para el MiniLab

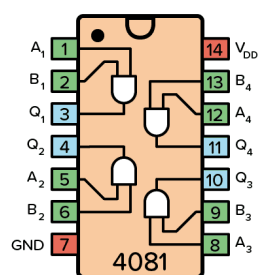




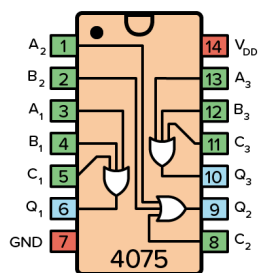
**Figura 5:** Circuito para la simulación de Falstad



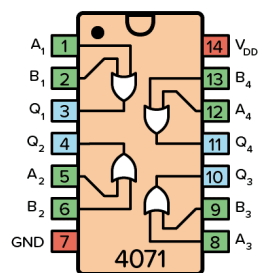
(a) Inversor CD4069 x1



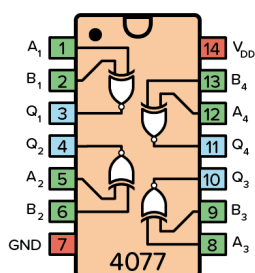
(b) AND dos entradas x3



(c) OR tres entradas x1



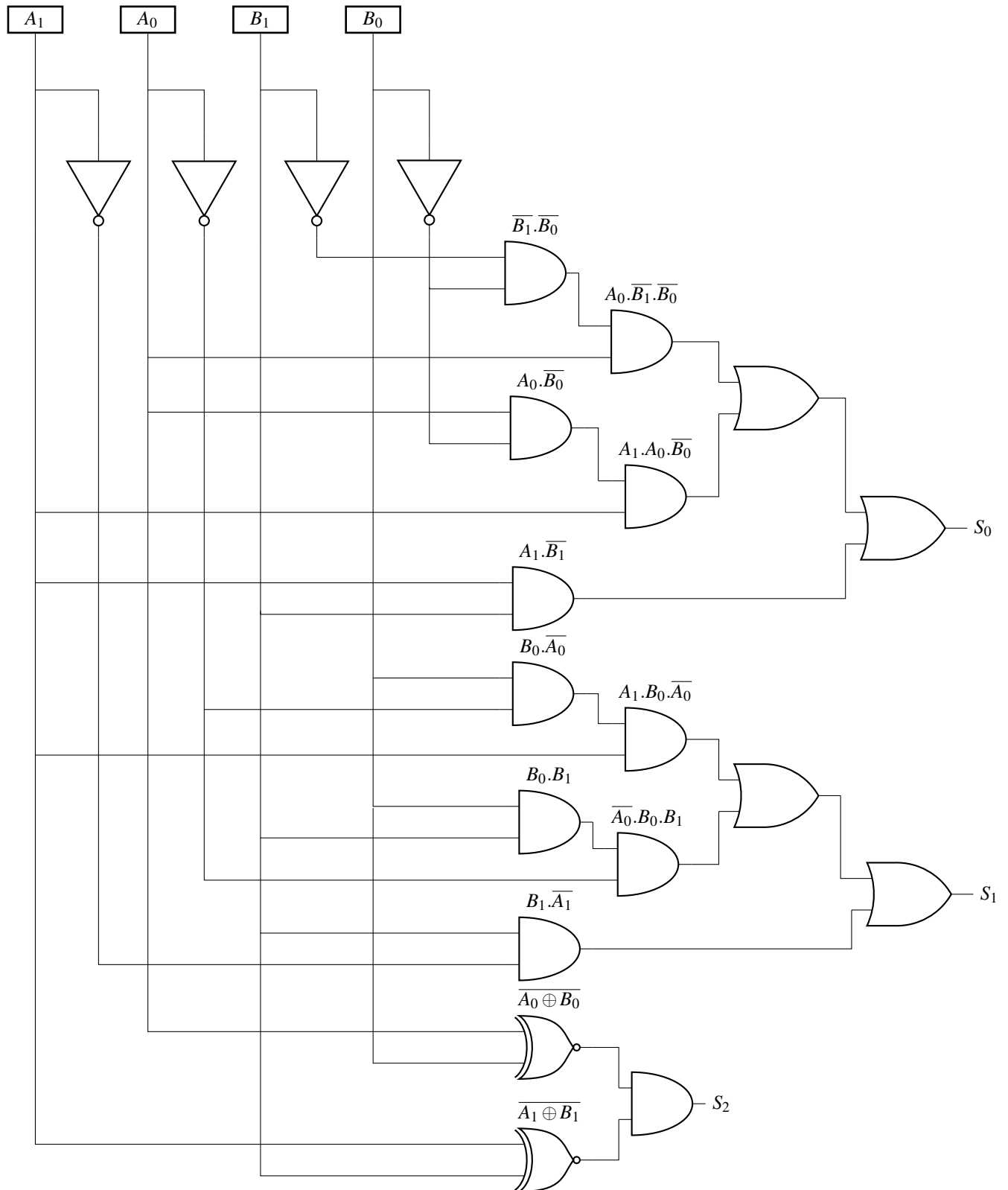
(d) OR dos entradas x1



(e) XNOR dos entradas x1

**Figura 6:** Integrados usados

### 3.2.4. Circuito con compuertas lógicas



## **4. Conclusiones**

### **4.1. Dificultades enfrentadas**

”La principal dificultad que hemos tenido fue en el desarrollo del mini-laboratorio, ya que quisimos experimentar con el diseño de placas por KiCad y el método casero para hacer placas de circuitos. En cierto punto decidimos frenar y pasar a hacer el mini-laboratorio con protoboards.”

”En cuanto al desarrollo del trabajo práctico, la otra dificultad enfrentada fue la selección de los integrados a usar y la forma de la que íbamos a conectarlos, porque también quisimos experimentar con el uso de placas hechas en casa. Decidimos abandonar brevemente la idea para hacer las conexiones por protoboard, que resultó difícil por sus conexiones.”

### **4.2. Objetivos alcanzados**

”Se logró aplicar lo aprendido sobre mapas de Karnaugh, simplificaciones y circuitos combinacionales para diseñar el BCD-Exceso 3 y el comparador binario, una forma más real de ver las salidas de un sistema.”