

Práctica 07

Operaciones Aritméticas



Alumnos:

- Alanís Ramírez Damián
- Salgado Gallegos Jesús

Grupo: 2CM3

Fundamentos de Diseño Digital

1) Objetivo general

El alumno diseñará circuitos aritméticos programando en lenguaje VHDL y programando su GAL 22V10 para verificar el resultado.

2) Introducción Teórica

- funciones booleanas

SUMADORES BINARIOS

~ SEMISUMADOR O MEDIO SUMADOR

BEGIN SEMISUMADOR

$$\begin{array}{r} A \\ + B \\ \hline \end{array}$$

Carry Σ

\Rightarrow

$$\begin{array}{r} \text{Sumando A} \\ + \text{Sumando B} \\ \hline \end{array}$$

Acarreo Suma

#	A	B	Σ	Carry
0	0	0	0	0
1	0	1	1	0
2	1	0	1	0
3	1	1	0	1

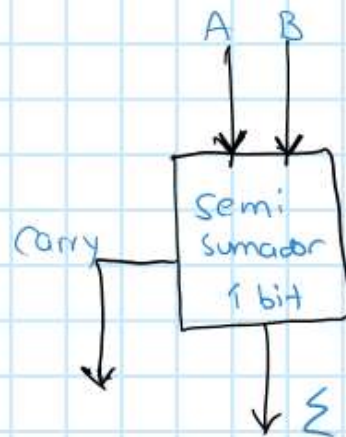
$$\begin{array}{r} 01 \\ 11 \\ \hline 10 \\ 10 \end{array}$$

Funciones canónicas

$$\Sigma(A, B) = \sum_m(1, 2) = \bar{A}B + A\bar{B} = \underline{A \oplus B}$$
$$\text{Carry}(A, B) = \sum_m(3) = \underline{AB}$$

Circuito lógico

Diagrama a bloques



END SEMISUMADOR;

- SUMADOR COMPLETO

BEGIN SUMADOR COMPLETO

#	A	B	C _{in}	Σ	C _{out}
0	0	0	0	0	0
1	0	0	1	1	0
2	0	1	0	1	0
3	0	1	1	0	1
4	1	0	0	1	0
5	1	0	1	0	1
6	1	1	0	0	1
7	1	1	1	1	1

Fundamentos de Diseño Digital

Funciones

$$- \Sigma(A, B, C) = \sum_{\min} (1, 2, 4, 7) = \bar{A}\bar{B}C + \bar{A}B\bar{C} + A\bar{B}\bar{C} + ABC$$

AB \ C		\min			
		$\bar{A}\bar{B}$	$\bar{A}B$	AB	$A\bar{B}$
\bar{C}	0	1	2	6	4
C	1	3	7	5	

0	0
0	1
1	1
1	0

$$= \bar{A}\bar{B}C + \bar{A}B\bar{C} + ABC + A\bar{B}\bar{C}$$

$$\bar{A}(\bar{B}C + B\bar{C}) + A(\bar{B}\bar{C} + BC)$$

$$\Sigma(A, B, C) = \bar{A}(B \oplus C) + A(\overline{B \oplus C})$$

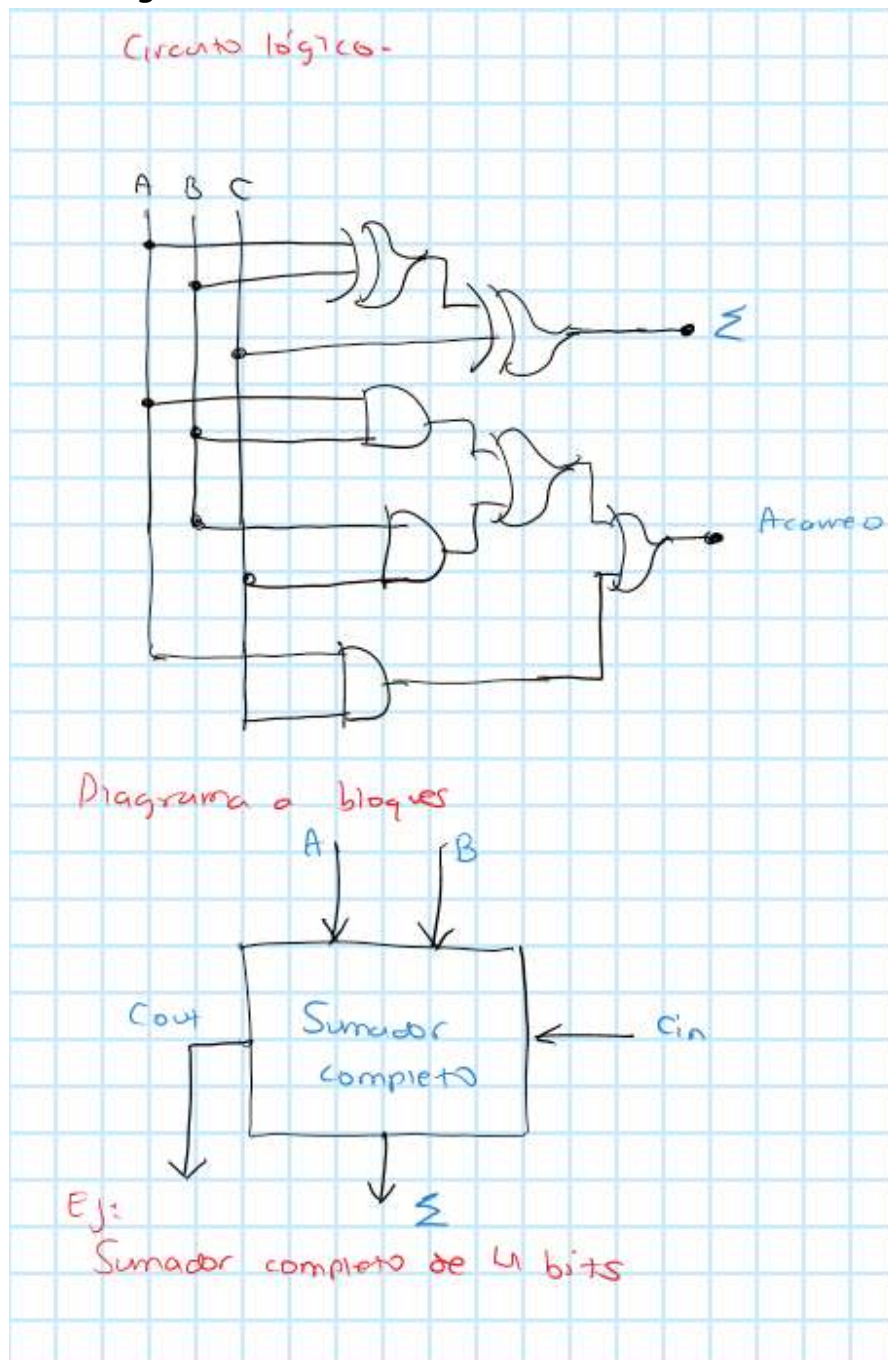
$$\Sigma(A, B, C) = A \oplus B \oplus C$$

$$- C_{out} = \sum_{\min} (3, 5, 6, 7)$$

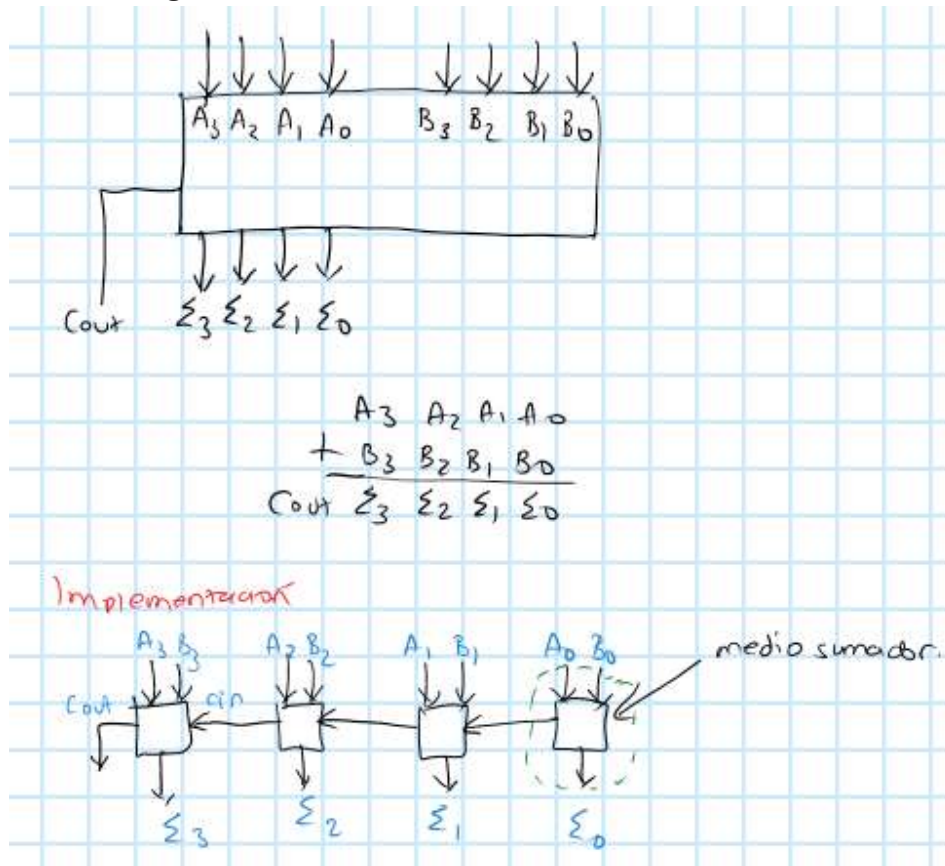
AB \ C		\min			
		$\bar{A}\bar{B}$	$\bar{A}B$	AB	$A\bar{B}$
\bar{C}	0	2	6	4	
C	1	3	7	5	

$$C_{out} = AB + BC + AC$$

Fundamentos de Diseño Digital



Fundamentos de Diseño Digital



MÉTODOS DE REPRESENTACIÓN

1) Signo Magnitud	Positivos Negativos	Bit signo 0 1	Binario natural Binario negado	^{bit signo} ^{16 8 4 2 1} $+21_{10} \Rightarrow 0(10101)_2$ $-21_{10} \Rightarrow 1(10101)_2$
2) Complemento a base	Positivos	0	Binario natural	$+21_{10} \Rightarrow 0(10101)_2$
	Negativos	1	Complemento a base	$-21_{10} \Rightarrow 1(10101)_2$ $\quad \quad \quad 1(01011)$

Representación complemento a base

Complemento a base = (Complemento a base - 1) + 1 unidad

A su vez:

Complemento a base - 1 = Negar el binario natural

(Cambiar 1's - 0's)
(Cambiar 0's - 1's)

Ejemplo: obtener el complemento a base de 21

$$\begin{array}{r} 21_{10} = 10101_2 \rightarrow 01010 \\ + \quad \quad \quad 1 \\ \hline 01011 \end{array} \leftarrow \text{comp. a base de 21}$$

$$\therefore -21_{10} = 101011$$

Fundamentos de Diseño Digital

3) Materiales empleados

- ✓ 1 Circuito Integrado GAL22V10
- ✓ 15 LEDS de colores
- ✓ 15 Resistores de 330Ω
- ✓ 10 Resistores de $1K\Omega$
- ✓ 1 Dip switch de 8
- ✓ Alambre telefónico
- ✓ 1 Tablilla de Prueba (Protoboard)
- ✓ 1 Pinzas de punta
- ✓ 1 Pinzas de corte
- ✓ Cables Banana-Caimán (para alimentar el circuito)

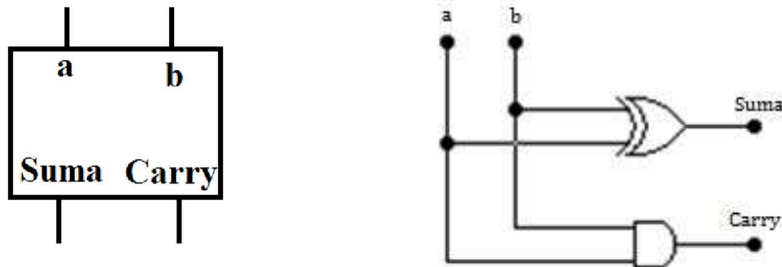
4) Equipo empleado

- ✓ Multímetro
- ✓ Fuente de Alimentación de 5 Volts
- ✓ Manual de MOTOROLA, "FAST and LS TTL"
- ✓ Programador Universal

5) Desarrollo Experimental y Actividades

5.1.- Medio Sumador

a) Diseñe y dibuje el siguiente circuito lógico para obtener sus ecuaciones lógicas.



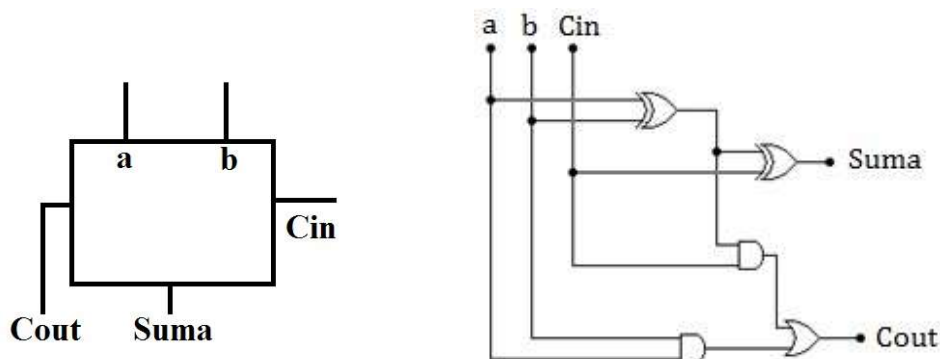
b) Implemente su solución usando VHDL, coloque su informe de pines RPT.

c) Arme su circuito y compruebe su tabla de verdad.

#	a	b	Suma	Carry
0	0	0	0	0
1	0	1	1	0
2	1	0	1	0
3	1	1	0	1

5.2.- Sumador Completo

a) Diseñe y dibuje el siguiente circuito lógico para obtener sus ecuaciones lógicas.



b) Implemente su solución usando VHDL, coloque su informe de pines RPT.

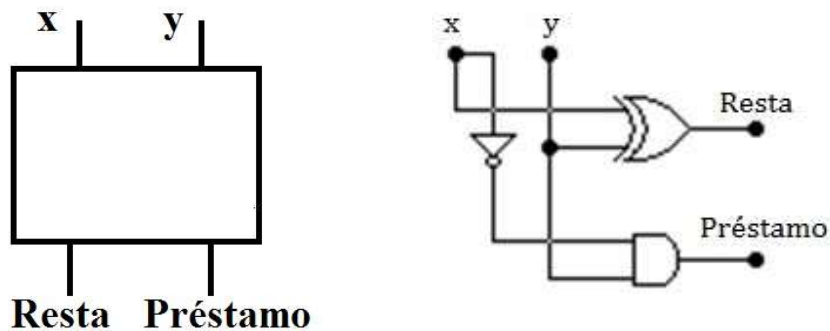
c) Arme su circuito y compruebe su tabla de verdad.

Fundamentos de Diseño Digital

#	a	b	Cin	Suma	Cout
0	0	0	0	0	0
1	0	0	1	1	0
2	0	1	0	1	0
3	0	1	1	0	1
4	1	0	0	1	0
5	1	0	1	0	1
6	1	1	0	0	1
7	1	1	1	1	1

5.3.- Medio Restador

a) Diseñe y dibuje el siguiente circuito lógico para obtener sus ecuaciones lógicas.



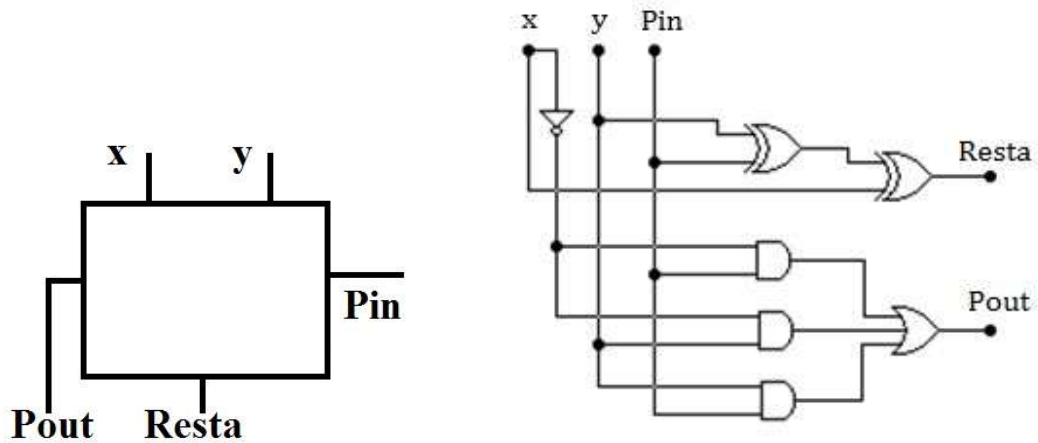
b) Implemente su solución usando VHDL, coloque su informe de pines RPT.

c) Arme su circuito y compruebe su tabla de verdad.

#	x	y	Resta	Préstamo
0	0	0	0	0
1	0	1	1	1
2	1	0	1	0
3	1	1	0	0

5.4.- Restador Completo

a) Diseñe y dibuje el siguiente circuito lógico para obtener sus ecuaciones lógicas.



b) Implemente su solución usando VHDL, coloque su informe de pines RPT.

c) Arme su circuito y compruebe su tabla de verdad.

#	x	y	Pin	Resta	Pout
0	0	0	0	0	0
1	0	0	1	1	1
2	0	1	0	1	1
3	0	1	1	0	1
4	1	0	0	1	0
5	1	0	1	0	0
6	1	1	0	0	0
7	1	1	1	1	1

Fundamentos de Diseño Digital

Código VHDL, RPT y circuito en protoboard (Primera parte)

Código

```
LIBRARY IEEE;
USE IEEE.STD_LOGIC_1164.ALL;
ENTITY ARITMETICOS IS
    PORT(A, B, C: IN STD_LOGIC;
         SEMISUMA, SUMA, SEMIRESTA, RESTA, MULTI, C1, C2, C3, C4: OUT STD_LOGIC);
END ARITMETICOS;
ARCHITECTURE CIRCUITOS OF ARITMETICOS IS
BEGIN
    SEMISUMA <= A XOR B;
    C1 <= A AND B;
    SUMA <= A XOR B XOR C;
    C2 <= (A AND B) OR (B AND C) OR (A AND C);
    SEMIRESTA <= A XOR B;
    C3 <= (NOT A) AND B;
    RESTA <= A XOR B XOR C;
    C4 <= ((NOT A) AND B) OR (B AND C) OR ((NOT A) AND C);
END CIRCUITOS;
```

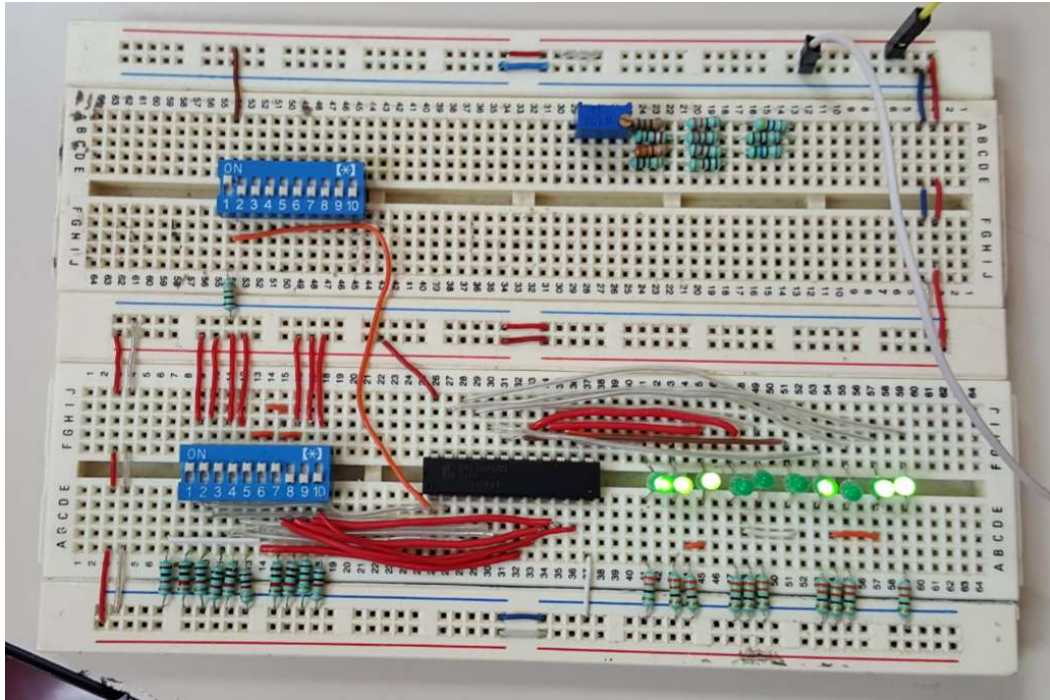
RPT

C22V10

c =	1		24	* not used
b =	2		23	= c4
a =	3		22	= semisuma
not used *	4		21	= resta
not used *	5		20	= c1
not used *	6		19	* not used
not used *	7		18	* not used
not used *	8		17	= c3
not used *	9		16	= semiresta
not used *	10		15	= c2
not used *	11		14	= suma
not used *	12		13	* not used

Fundamentos de Diseño Digital

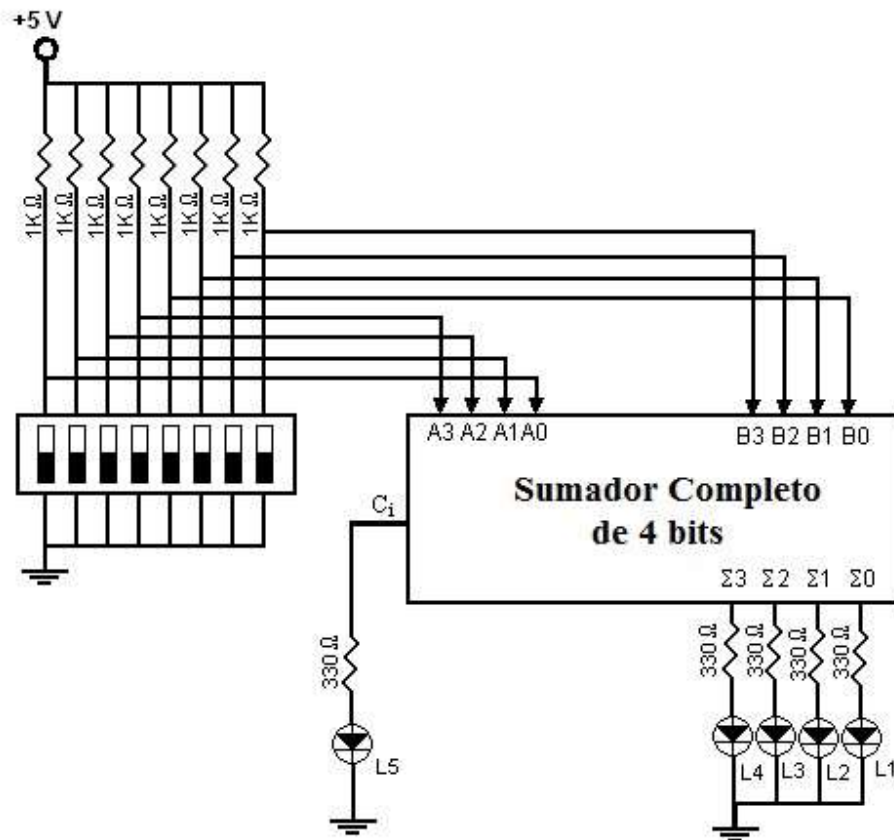
Circuito en protoboard



Fundamentos de Diseño Digital

5.5.- Sumador Completo

- Diseñe en VHDL y arme el siguiente circuito.
- Compruebe su tabla de verdad.



Fundamentos de Diseño Digital

Verifique algunas sumas que usted establezca y confirme sus resultados

#	Cin	A3	A2	A1	A0	B3	B2	B1	B0	Cout	$\Sigma 3$	$\Sigma 2$	$\Sigma 1$	$\Sigma 0$
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0
2	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0
3	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
4	0	1	0	0	1	0	1	0	0	0	1	1	0	1
5	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1
6	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0
7	0	1	1	1	0	1	0	0	0	1	0	1	1	0
8	0	1	1	0	0	0	0	1	0	0	1	1	1	0
9	0	0	1	0	0	0	1	1	1	0	1	0	1	1
10	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	1	0	1	0

Código VHDL, RPT y circuito en protoboard (Segunda parte)

Código

```
USE IEEE.STD_LOGIC_1164.ALL;
ENTITY SUMA IS
    PORT(A,B:IN STD_LOGIC_VECTOR(3 DOWNTO 0);
          S:OUT STD_LOGIC_VECTOR(3 DOWNTO 0);
          COUT: OUT STD_LOGIC);
END SUMA;
ARCHITECTURE PARALELA OF SUMA IS
    SIGNAL C: STD_LOGIC_VECTOR(2 DOWNTO 0);
    ATTRIBUTE SYNTHESIS_OFF OF C: SIGNAL IS TRUE;
BEGIN
    S(0) <= A(0) XOR B(0);
    C(0) <= A(0) AND B(0);
    S(1) <= (A(1) XOR B(1)) XOR C(0);
    C(1) <= (A(1) AND B(1)) OR (C(0) AND (A(1) XOR B(1)));
    S(2) <= (A(2) XOR B(2)) XOR C(1);
    C(2) <= (A(2) AND B(2)) OR (C(1) AND (A(2) XOR B(2)));
    S(3) <= (A(3) XOR B(3)) XOR C(2);
```

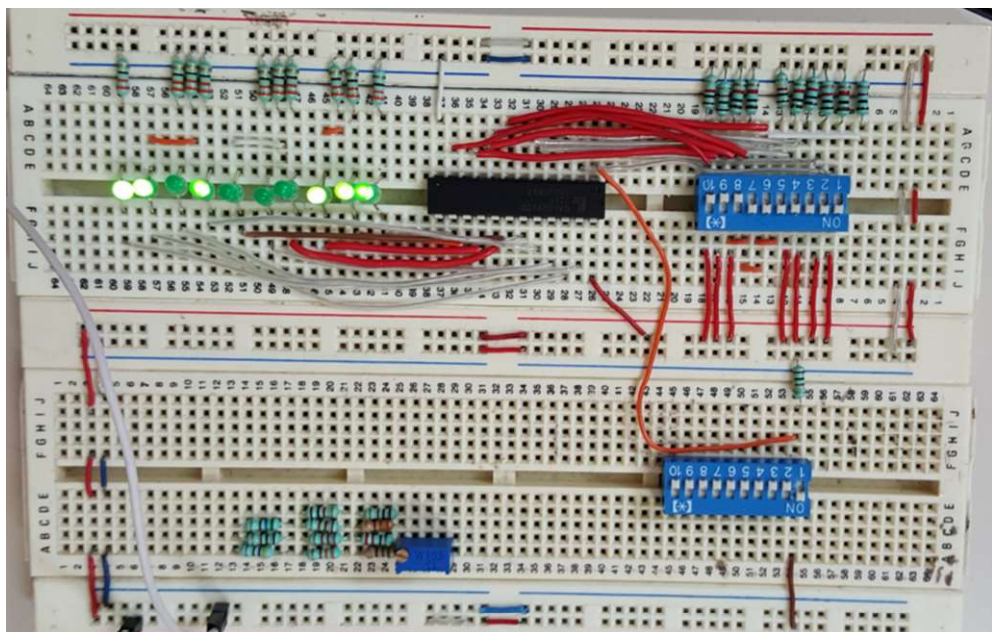

Fundamentos de Diseño Digital

```
COUT <= (A(3) AND B(3)) OR (C(2) AND (A(3) XOR B(3)));  
END PARALELA;  
RPT
```

C22V10

b(3) =	1	24	* not used
b(2) =	2	23	= s(2)
b(1) =	3	22	= cout
b(0) =	4	21	= (c_1)
a(3) =	5	20	= (c_0)
a(2) =	6	19	* not used
a(1) =	7	18	* not used
a(0) =	8	17	= s(0)
not used *	9	16	= (c_2)
not used *	10	15	= s(1)
not used *	11	14	= s(3)
not used *	12	13	* not used

Circuito en protoboard



6) Conclusiones Individuales.

Con esta práctica cumplimos el objetivo, pues diseñamos circuitos aritméticos en VHDL y logramos programarlos exitosamente en la GAL, pudiendo observar y comprobar su funcionamiento en un circuito real. Entender los circuitos aritméticos es sumamente importante para nosotros, pues nos da nociones de como una computadora efectúa operaciones que nosotros consideramos muy simples, como la suma y la resta.

7) Bibliografía.

8) ANEXOS.

