

Universidad de Guadalajara



Seminario de problemas de programación de
sistemas reconfigurables

Diseño de un divisor - Sumador con salida en BCD
(display) en un GAL

Nombre:

Muñoz Nuñez Ian Emmanuel

Sección: D01

Código: 216464457

Maestra:

María Patricia Ventura Nuñez

Ingeniería robótica

1. Objetivo

Solucionar problemas de diseño utilizando las herramientas aprendidas en programación de sistemas reconfigurables.

Utilizar hojas de datos de las familias lógicas.

Simular circuitos digitales en programas de diseño como *Proteus™* e implementarlos físicamente.

Diseñar un divisor (ABCD/EF) - Sumador (ABC+DEF) con salida en BCD (display) en un *GAL22v10*.

2. Material

- Protoboard.
- Fuente VCC (5V).
- Resistencias de 220Ω y $2k\Omega$.
- Dip switch de 8 bits.
- 2 GAL22v10.
- 2 Display de 7 segmentos.
- 2 decodificadores BCD-7 segmentos \rightarrow *74LS48*.

3. Marco teórico

3.1. Tabla de verdad

Tabla 1: Tabla de verdad.

	M	A	B	C	D	E	F	w_1	x_1	y_1	z_1	.	w_0	x_0	y_0	z_0
0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0
1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0
4	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0
5	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0
6	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1
7	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	1	0	0	1	1
8	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0
9	0	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0
10	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0
11	0	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0	1	0	1	1	1
12	0	0	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0
13	0	0	0	1	1	0	1	0	0	1	1	1	0	0	0	0
14	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	1	1	0	1	0	1
15	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0
16	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0
17	0	0	1	0	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0
18	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0
19	0	0	1	0	0	1	1	0	0	0	1	1	0	0	1	1
20	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0
21	0	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	1	0	0	0	0
22	0	0	1	0	1	1	0	0	0	1	0	1	0	1	0	1
23	0	0	1	0	1	1	1	0	0	0	1	1	0	1	1	1
24	0	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0
25	0	0	1	1	0	0	1	0	1	1	0	1	0	0	0	0
26	0	0	1	1	0	1	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0
27	0	0	1	1	0	1	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0
28	0	0	1	1	1	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0
29	0	0	1	1	1	0	1	0	1	1	1	1	0	0	0	0
30	0	0	1	1	1	1	0	0	0	1	1	1	0	1	0	1
31	0	0	1	1	1	1	1	0	0	1	0	1	0	0	1	1
32	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0
33	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0
34	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0
35	0	1	0	0	0	1	1	0	0	1	0	1	0	1	1	1
36	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0
37	0	1	0	0	1	0	1	1	0	0	1	1	0	0	0	0

38	0	1	0	0	1	1	0	0	1	0	0	1	0	1	0	1
39	0	1	0	0	1	1	1	0	0	1	1	1	0	0	0	0
40	0	1	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0
41	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0
42	0	1	0	1	0	1	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0
43	0	1	0	1	0	1	1	0	0	1	1	1	0	0	1	1
44	0	1	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0
45	0	1	0	1	1	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1
46	0	1	0	1	1	1	0	0	1	0	1	1	0	1	0	1
47	0	1	0	1	1	1	1	0	0	1	1	1	0	1	1	1
48	0	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0
49	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0
50	0	1	1	0	0	1	0	0	1	1	0	1	0	0	0	0
51	0	1	1	0	0	1	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0
52	0	1	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0
53	0	1	1	0	1	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	1
54	0	1	1	0	1	1	0	0	1	1	0	1	0	1	0	1
55	0	1	1	0	1	1	1	0	1	0	0	1	0	0	1	1
56	0	1	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0
57	0	1	1	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0
58	0	1	1	1	0	1	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0
59	0	1	1	1	0	1	1	0	1	0	0	1	0	1	1	1
60	0	1	1	1	1	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0
61	0	1	1	1	1	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0	1
62	0	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	0	1	0	1
63	0	1	1	1	1	1	1	0	1	0	1	1	0	0	0	0
64	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
65	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
66	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
67	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1
68	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
69	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	1
70	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0
71	1	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1	1
72	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
73	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0
74	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
75	1	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0
76	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
77	1	0	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0
78	1	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1
79	1	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0
80	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
81	1	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1
82	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0

83	1	0	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	1
84	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0
85	1	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1	1
86	1	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
87	1	0	1	0	1	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	1
88	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
89	1	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0
90	1	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
91	1	0	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0
92	1	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1
93	1	0	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0
94	1	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1
95	1	0	1	1	1	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0
96	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
97	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	1
98	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0
99	1	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1	1
100	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
101	1	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	1
102	1	1	0	0	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
103	1	1	0	0	1	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1
104	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
105	1	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0
106	1	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1
107	1	1	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0
108	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1
109	1	1	0	1	1	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0
110	1	1	0	1	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
111	1	1	0	1	1	1	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0
112	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0
113	1	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1	1
114	1	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
115	1	1	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	1
116	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
117	1	1	1	0	1	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1
118	1	1	1	0	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0
119	1	1	1	0	1	1	1	0	0	0	1	0	0	0	1	1
120	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1
121	1	1	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0
122	1	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1
123	1	1	1	1	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0
124	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
125	1	1	1	1	1	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0
126	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1
127	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0

3.2. Ecuaciones lógicas

$$w_1 = (\overline{M} \overline{E} \overline{F}) + (\overline{M} A \overline{B} \overline{C} \overline{E})$$

$$x_1 = (\overline{M} \overline{A} B \overline{E} \overline{F}) + (\overline{M} A E \overline{F}) + (\overline{M} A B E)$$

$$y_1 = (\overline{M} \overline{A} C \overline{E} F) + (\overline{M} B E \overline{F}) + (\overline{M} A \overline{B} E F) + (\overline{M} \overline{A} B C E)$$

$$\begin{aligned} z_1 = & (MBCDEF) + (MADE) + (MABD) + (MABCEF) + (\overline{M} C E \overline{F}) \\ & + (\overline{M} D \overline{E} F) + (\overline{M} \overline{A} B \overline{C} E F) + (ACDF) + (\overline{M} A B \overline{E} F) + (\overline{M} \overline{B} C D E) \\ & + (\overline{M} A \overline{B} D F) + (\overline{M} A \overline{B} C F) \end{aligned}$$

$$P = (\overline{M} \overline{B} \overline{C} F) + (\overline{M} \overline{A} F) + (\overline{M} E)$$

$$\begin{aligned} w_0 = & (M A B C \overline{D} \overline{E} F) + (M A \overline{B} C \overline{D} E F) + (M \overline{A} \overline{B} C D E F) \\ & + (M A \overline{B} \overline{C} D \overline{E}) + (M A B \overline{D} E \overline{F}) + (M A B \overline{C} \overline{D} E) + (A \overline{B} D \overline{E} \overline{F}) \\ & + (M \overline{A} B D E \overline{F}) + (M \overline{A} B C D \overline{E} F) + (M \overline{A} B \overline{C} D E) + (\overline{M} \overline{E} \overline{F}) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} x_0 = & (MABCDEF) + (A \overline{B} \overline{C} \overline{D} E F) + (M \overline{A} B C \overline{D} F) + (\overline{A} \overline{B} C \overline{D} E F) \\ & + (\overline{M} A B C \overline{E} F) + (\overline{M} A B C \overline{D} F) + (\overline{M} A \overline{B} C D E) + (\overline{M} \overline{A} B \overline{C} D E) \\ & + (M A \overline{D} \overline{E} \overline{F}) + (M A \overline{C} \overline{D} \overline{E}) + (M A \overline{B} \overline{D} \overline{F}) + (M A \overline{B} \overline{D} \overline{E}) \\ & + (M \overline{A} D \overline{E} \overline{F}) + (M \overline{A} \overline{C} D \overline{E}) + (M \overline{A} \overline{B} D \overline{E}) + (M \overline{A} \overline{B} \overline{C} D) \\ & + (M \overline{A} B \overline{D} E) + (\overline{M} D E \overline{F}) + (M \overline{A} \overline{B} D \overline{F}) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} y_0 = & (M \overline{B} C \overline{D} \overline{E} F) + (M \overline{A} \overline{B} C \overline{E} F) + (M \overline{A} B \overline{E} \overline{F}) + (M \overline{A} B C \overline{D} E F) \\ & + (M \overline{A} B \overline{C} \overline{E}) + (M \overline{A} \overline{B} E \overline{F}) + (\overline{M} A C \overline{D} E F) + (\overline{M} \overline{B} C \overline{D} E F) \\ & + (\overline{M} A B \overline{C} E F) + (\overline{M} A B D E F) + (M A B D E \overline{F}) + (M A B C D \overline{E} F) \\ & + (A \overline{B} C D E F) + (M \overline{B} \overline{D} E \overline{F}) + (M B \overline{D} E \overline{F}) + (A B \overline{C} \overline{D} \overline{E} F) \\ & + (A \overline{B} \overline{C} \overline{D} E F) + (\overline{A} \overline{B} \overline{C} D E F) + (\overline{M} A B \overline{C} \overline{E} F) + (A B \overline{C} D E F) \\ & + (M \overline{A} \overline{B} \overline{C} E) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} z_0 = & (\overline{A} B \overline{C} E F) + (M \overline{C} F) + (\overline{M} D E \overline{F}) + (\overline{M} A C \overline{D} E F) + (\overline{M} \overline{B} C \overline{D} E F) \\ & + (\overline{M} \overline{A} B D E) + (M C \overline{F}) + (\overline{M} A B D \overline{E} F) + (\overline{M} A \overline{B} \overline{D} E F) + (\overline{M} A \overline{B} C D F) \\ & + (\overline{M} \overline{A} \overline{C} D E) + (A B \overline{C} D F) \end{aligned}$$

4. Procedimiento

Para realizar este proyecto se tuvo un procedimiento muy distinto y más complicado al de los anteriores, pues esta vez se obtuvo una tabla de 128 combinaciones.

Otro problema fue la capacidad de la *GAL22v10*, pues no soportaba el tamaño de las ecuaciones, por lo que se utilizaron 2, y se dividieron las ecuaciones más grandes.

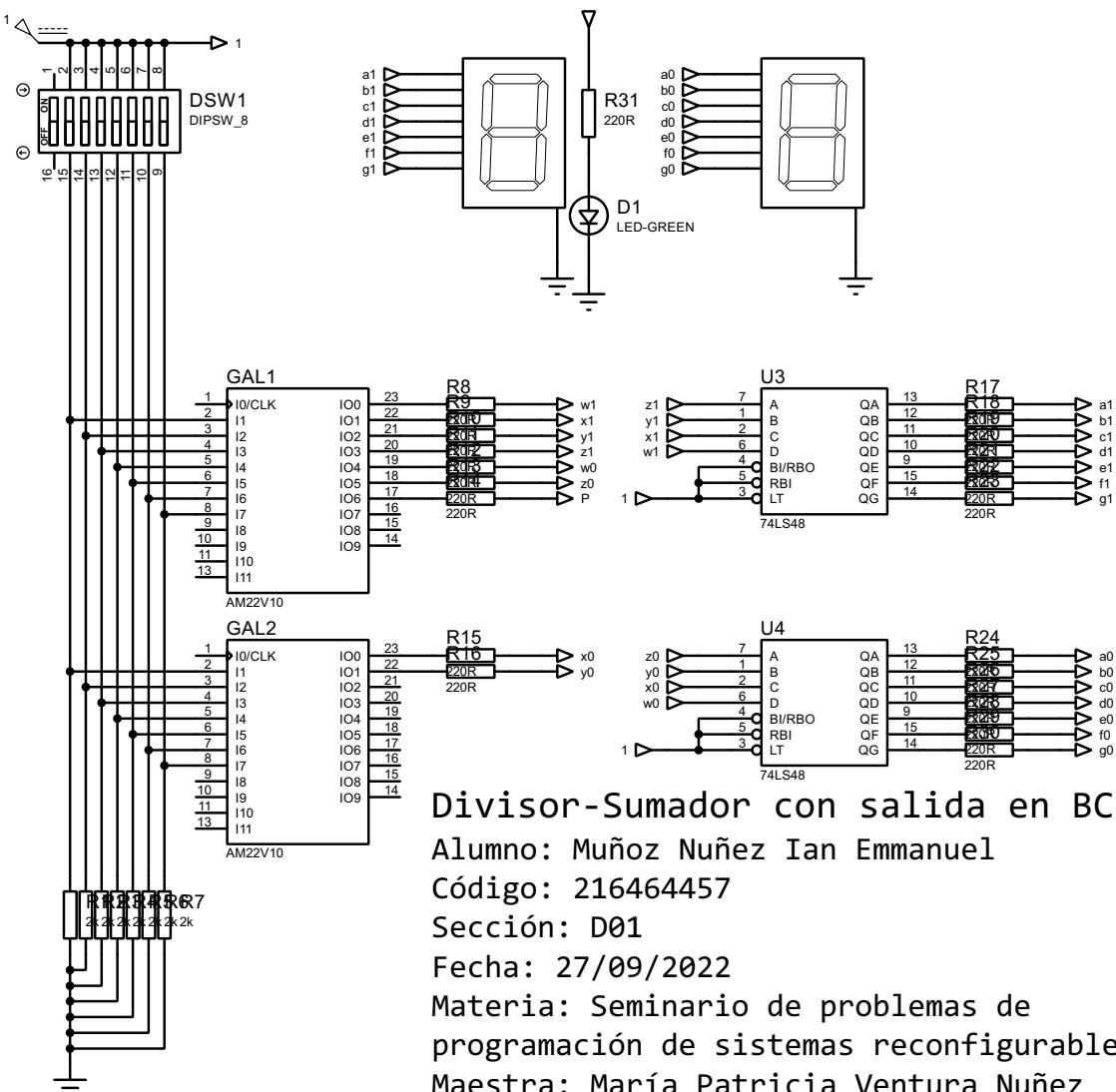
Luego de resolver los problemas anteriores, se realizó el circuito, primero se hicieron las conexiones de 1 *GAL* y se probó el circuito para asegurarnos de que por lo menos 1 funcionaba, luego se conectó la segunda y se probó.

Los materiales utilizados son: 1 dip switch de 8 bits, 14 resistencias de 220Ω y 7 de $2k\Omega$, 2 *GAL22v10*, 2 decodificadores BCD-7 segmentos y 2 display de 7 segmentos.

5. Circuito a implementar

5.1. Simulación

En la siguiente página se muestra el diseño del circuito en simulación.



Divisor-Sumador con salida en BCD (display) en un GAL

Alumno: Muñoz Nuñez Ian Emmanuel

Código: 216464457

Sección: D01

Fecha: 27/09/2022

Materia: Seminario de problemas de programación de sistemas reconfigurables

Maestra: María Patricia Ventura Nuñez

5.2. Protoboard

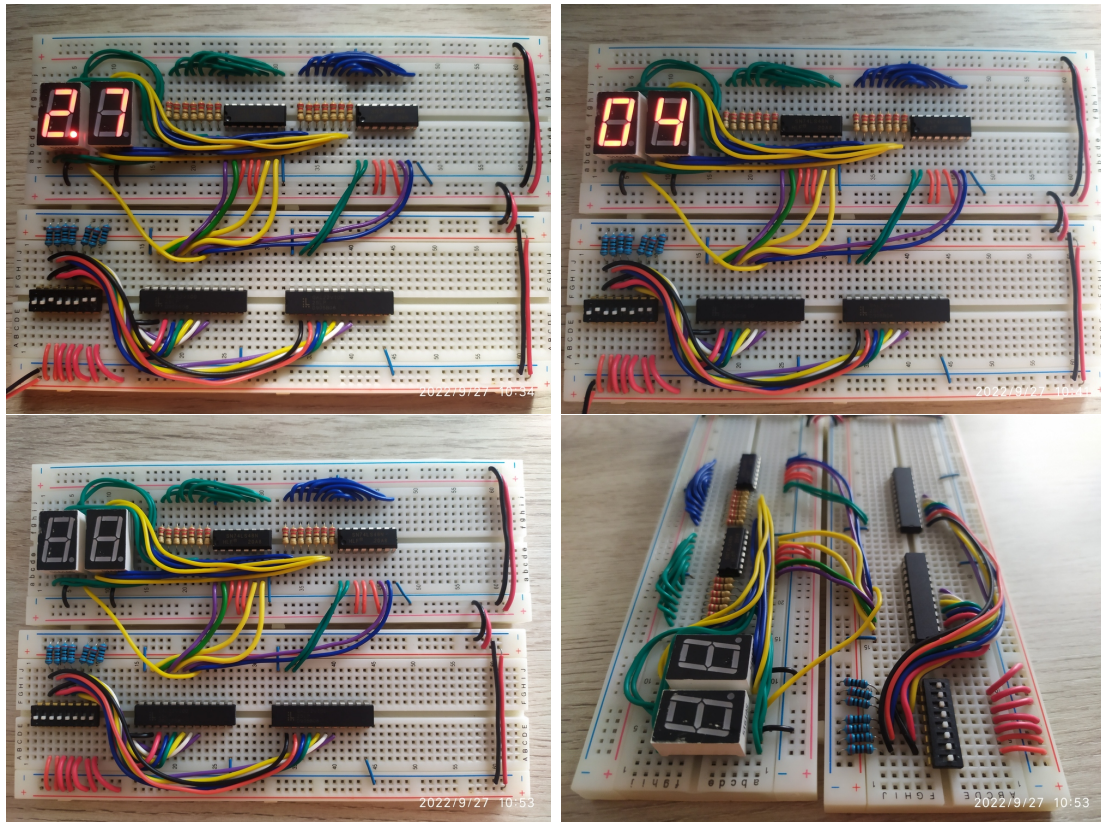


Figura 1: Circuito en protoboard

6. Conclusión

Este fue un proyecto extenso, tanto por las 128 combinaciones que se tenían que realizar como por los problemas que se tuvieron con las *GAL*, pero al final el resultado me gusto mucho, ha sido de los proyectos que más me ha gustado hacer y de los que más problemas me ha dado.