

Laboratorio 2

30 de abril de 2025

Jose Ignacio Valenzuela - Jose.valenzuelavo@usm.cl - 202273635-6
Sergio Cárcamo Naranjo - sergio.carcamon@usm.cl - 202273512-0

1. Resumen

En este laboratorio se diseñó un circuito combinacional utilizando *Logisim*, cuyo objetivo es representar en un display de 7 segmentos el tratamiento médico asignado a pacientes en 16 habitaciones diferentes de un hospital. Este problema fue planteado como parte del desafío del Doctor Haus, y busca integrar conocimientos de lógica digital, mapas de Karnaugh y diseño de circuitos.

Cada habitación está identificada por una dirección de 4 bits, lo que permite consultar individualmente a cada paciente. Según el diagnóstico o tratamiento requerido, el circuito entrega un símbolo específico mediante un display de 7 segmentos. El desarrollo de este laboratorio permite profundizar en la implementación de lógica combinacional de manera optimizada.

2. Entradas, salidas y supuestos

Entradas: la entrada al sistema de lógica combinacional es un bus de 4 bits que identifica la habitación de la cual se quiere conocer el estado del paciente.

Salidas: la salida del sistema de lógica combinacional es un bus de 7 bits que corresponde a combinaciones que se despliegan en un display de 7 segmentos para identificar el estado del paciente que está en la habitación cuyo número se ingresó en la entrada.

Supuestos:

1. Estados: el sistema es estático, es decir, el estado de los pacientes en las habitaciones no cambia en el tiempo por lo que solo existe una asignación combinacional entrada-salida.
2. Validez de la entrada: no se consideraron entradas inválidas, es decir, el sistema siempre espera una entrada de exactamente 4 bits bien definidos (0-1).
3. Encendido del sistema: se consideró un sistema siempre activo, sin set-reset.

3. Diccionario de correspondencia

Tal como se explicó anteriormente, cada habitación tiene un paciente y cada paciente tiene y cada paciente tiene un estado de salud asociado a un binario de 7 bits.

3.1. Tabla Habitaciones - Pacientes

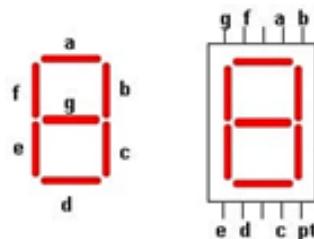
A continuación se muestra la tabla de habitaciones y acciones de pacientes según enunciado. En este contexto se asocia el número de habitación a la entrada de 4 bits:

Habitación (decimal)	Habitación (binario)	Estado paciente
0	0000	Rayos X
1	0001	Lupus
2	0010	Observación
3	0011	Ecografía
4	0100	Punción lumbar
5	0101	Urgencia
6	0110	Fiebre
7	0111	Rayos X
8	1000	Análisis diferencial
9	1001	Biopsia
10	1010	Sarcoidosis
11	1011	Electrocardiograma
12	1100	Ecografía
13	1101	Coronavirus
14	1110	Punción Lumbar
15	1111	Observación

3.1.1. Tabla Estados Pacientes - salida 7 Bits

Para hacer la tabla de estados pacientes versus salida de 7 bits es necesario hacer una asignación de bits a leds en el display de 7 segmentos.

Típicamente un display de 7 segmentos enumera los LED según la configuración que se muestra a continuación, acompañado del diagrama de conexiones que también se utiliza en *Logisim*.



Al hacer pruebas en *Logisim* es posible notar que cuando en uno de los pines del display hay un 1 lógico, el led asociado a este pin se enciende¹. Esto se puede observar en la imagen a continuación, donde se hace una prueba encendiendo el led e del display conectandolo a una fuente de poder.



Con esto, y observando el diccionario de asignaciones es posible hacer una tabla de salidas de 7 bits asociadas a las posibles entradas.

A continuación se muestran los valores de salidas de 7 bits asociados a las configuraciones del display para las posibles salidas a mostrar:

1. Procedimientos:

$a b c d e f g$	$a b c d e f g$	$a b c d e f g$	$a b c d e f g$	$a b c d e f g$	$a b c d e f g$
1 1 0 0 1 1 1	1 1 1 0 1 1 1	1 1 1 1 1 1 1	0 1 1 0 1 1 0	0 1 1 0 1 1 1	1 0 0 1 1 1 1
Punción Lumbar	Análisis diferencial	Biopsia	Electrocardiograma	Rayos X	Ecografía

2. Enfermedades:

| $a b c d e f g$ |
|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| 1 0 0 0 1 1 1 | 1 1 1 1 1 1 0 | 0 1 1 1 1 1 0 | 0 0 0 1 1 1 0 | 1 0 1 1 0 1 1 | 1 0 0 1 1 1 0 |
| Fiebre | Observación | Urgencia | Lupus | Sarcoidosis | Coronavirus |
| | | | | | |

¹Esto es curioso porque los display físicos reales suelen ser de ánodo común, lo que significa que los led se prenden en el 0 lógico y se apagan en el 1 lógico, pero afortunadamente *Logisim* nos salva de esta contraintuitividad

Esto se traduce en una asignación de la siguiente forma:

Enfermedad/Procedimiento	a	b	c	d	e	f	g
Punción Lumbar	1	1	0	0	1	1	1
Análisis Diferencial	1	1	1	0	1	1	1
Biopsia	1	1	1	1	1	1	1
Electrocardiograma	0	1	1	0	1	1	0
Rayos X	0	1	1	0	1	1	1
Ecografía	1	0	0	1	1	1	1
Fiebre	1	0	0	0	1	1	1
Observación	1	1	1	1	1	1	0
Urgencia	0	1	1	1	1	1	0
Lupus	0	0	0	1	1	1	0
Sacroidosis	1	0	1	1	0	1	1
Coronavirus	1	0	0	1	1	1	0

Con esta información se puede crear la tabla de verdad general.

4. Tabla de verdad general

Combinando la información antes expuesta se llega a la siguiente tabla, donde A B C D son los bits de la entrada del mas significativo al menos significativo.

A	B	C	D	a	b	c	d	e	f	g
0	0	0	0	0	1	1	0	1	1	1
0	0	0	1	1	0	0	0	1	1	0
0	0	1	0	1	1	1	1	1	1	0
0	0	1	1	1	0	0	1	1	1	1
0	1	0	0	1	1	0	0	1	1	1
0	1	0	1	0	1	1	1	1	1	0
0	1	1	0	1	0	0	0	1	1	1
0	1	1	1	0	1	1	0	1	1	1
1	0	0	0	1	1	1	0	1	1	1
1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1
1	0	1	0	1	0	1	1	0	1	1
1	0	1	1	0	1	1	0	1	1	0
1	1	0	0	1	0	0	1	1	1	1
1	1	0	1	1	0	0	1	1	1	0
1	1	1	0	1	1	0	0	1	1	1
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0

5. Mapas de Karnaugh y Ecuaciones Booleanas por salida

A continuación se crean los mapas de Karnaugh por bit de salida para calcular cada ecuación booleana asociada. Para todos los Mapas de Karnaugh se usó el orden de Grey y se usaron grupos de unos.

1. Mapa de Karnaugh y ecuación segmento a:

		CD	00	01	11	10
		AB	00	01	11	10
AB	CD	00	0	0	1	1
		01	1	0	0	1
		11	1	1	1	1
		10	1	1	0	1

La ecuación asociada es:

$$a = \bar{A}\bar{B}C + C\bar{D} + A\bar{C} + B\bar{C}\bar{D} + AB$$

2. Mapa de Karnaugh y ecuación segmento b:

		CD	00	01	11	10
		AB	00	01	11	10
AB	CD	00	1	0	0	1
		01	1	1	1	0
		11	0	0	1	1
		10	1	1	1	0

La ecuación asociada es:

$$b = \bar{A}\bar{B}\bar{D} + \bar{A}B\bar{C} + BCD + ABC + ACD + A\bar{B}\bar{C}$$

3. Mapa de Karnaugh y ecuación segmento c:

		CD	00	01	11	10
		AB	00	01	11	10
AB	CD	00	1	0	0	1
		01	0	1	1	0
		11	0	0	1	0
		10	1	1	1	1

La ecuación asociada es:

$$c = \bar{A}\bar{B}\bar{D} + \bar{A}BD + ACD + A\bar{B}$$

4. Mapa de Karnaugh y ecuación segmento d:

		CD	00	01	11	10
		AB	00	01	11	10
		00	0	1	1	1
		01	0	1	0	0
		11	1	1	1	0
		10	0	1	0	1

La ecuación asociada es:

$$d = \bar{C}D + \bar{A}\bar{B}C + A\bar{B}C\bar{D} + ABCD + AB\bar{C}\bar{D}$$

5. Mapa de Karnaugh y ecuación segmento e:

		CD	00	01	11	10
		AB	00	01	11	10
		00	1	1	1	1
		01	1	1	1	1
		11	1	1	1	1
		10	1	1	1	0

La ecuación asociada es:

$$e = \bar{A} + B + \bar{C} + D$$

6. Mapa de Karnaugh y ecuación segmento f:

		CD	00	01	11	10
		AB	00	01	11	10
		00	1	1	1	1
		01	1	1	1	1
		11	1	1	1	1
		10	1	1	1	1

La ecuación asociada es:

$$f = A + \bar{A}$$

7. Mapa de Karnaugh y ecuación segmento g:

		CD	00	01	11	10
		AB	00	01	11	10
		00	1	0	1	0
		01	1	0	1	1
		11	1	0	0	1
		10	1	1	0	1

La ecuación asociada es:

$$g = \bar{C}\bar{D} + \bar{A}BC + AC\bar{D} + A\bar{B}\bar{C}D$$

6. Simulaciones en *Logisim*

A continuación, algunas simulaciones de consultas.

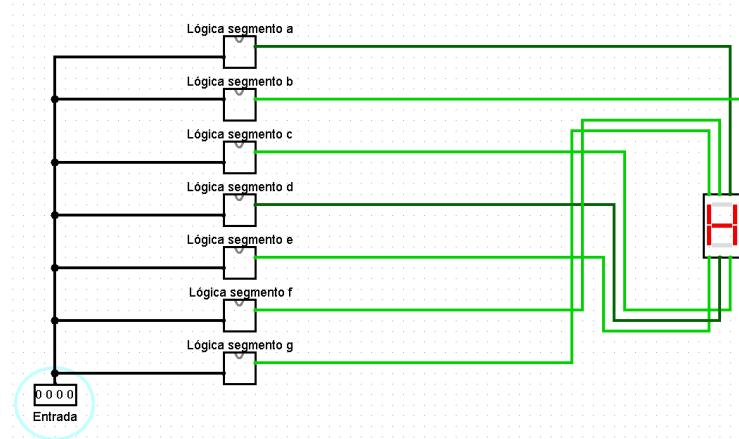


Figura 1: Paciente 0 (Mark Grayson, Rayos X)

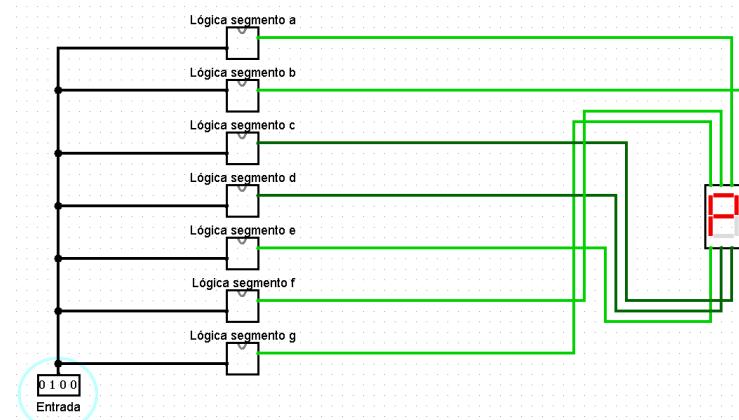


Figura 2: Paciente 4 (Marisa Kirisame, Punción Lumbar)

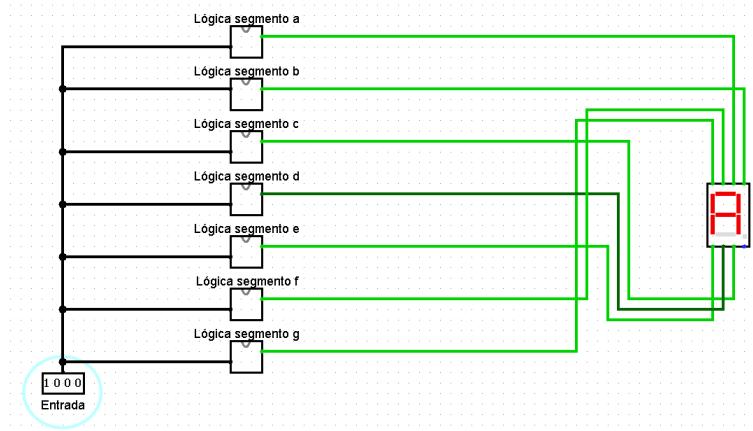


Figura 3: Paciente 8 (Bruja Lunar Ranni, Análisis Diferencial)

7. Conclusiones

Basado en los resultados de este informe, podemos concluir que, en efecto, se puede implementar un sistema de lógica combinacional que permita transmitir información de los pacientes y sus tratamientos, estados y diagnósticos sólo a través de un display de 7 segmentos, por lo que tanto como los primos y el Doctor Haus estarán contentos.