

# Bitácora del Proyecto Lógica Combinatoria: Calculadora tomógrafo

Curso: Fundamentos de Arquitectura de Computadores

Integrantes: Bryan Stiphen Feng Feng

Fecha de inicio: 11 de marzo de 2025

Repositorio Git: <https://github.com/Feng672/L-gica-Combinatoria-Calculadora-tomografo>

## 1. Objetivos

- Diseñar un circuito combinatorio que realice una suma de 4 bits
- Mostrar el resultado de la suma en un display de 7 segmentos mediante un decodificador
- Diseñar un actuador que se habilite en dos rangos de valores lógicos no contiguos
- Conectar un arreglo de sensor al circuito combinatorio
- Diseñar un visualizador de LEDs conectado a los sensores

## 2. Materiales y herramientas

Componentes	Cantidad
DIP switches	1
Compuerta XOR (74LS86)	1
Compuerta AND (74LS08)	1
Compuerta NOT (74LS04)	1
Decodificador 74LS47	1
Protoboard	1
Arduino (Fuente de 5V)	1
Display 7 segmentos (cátodo común)	1
Vibration motor	1
Transistor TIP120	1
Flip Flop D (74LS175)	
Diodo 1N4007	1
Jumpers	20+
Resistencias 220Ω	9
Resistencias 100Ω	5
Resistencias 2000Ω	4
Resistencia 1000Ω	1
Botón	1
Fuente externa (3V)	1
Photoelectric Speed Measuring sensor	4
Leds	4

### 3. Registro diario

Día 1 – 18/03/25: Diseño lógico

- Tareas:
  - Definir el diseño del circuito combinatorio
  - Definir las tablas de verdad
  - Simplificar ecuaciones
- Resultados

La tabla de verdad de las entradas y las salidas quedarían

A1	A0	B1	B0	Y1	Y0
0	0	0	0	0	0
0	0	0	1	0	1
0	0	1	0	1	0
0	0	1	1	1	1
0	1	0	0	0	1
0	1	0	1	1	0
0	1	1	0	1	1
0	1	1	1	0	0
1	0	0	0	1	0
1	0	0	1	1	1
1	0	1	0	0	0
1	0	1	1	0	1
1	1	0	0	1	1
1	1	0	1	0	0
1	1	1	0	0	1
1	1	1	1	1	0

Para deducir las ecuaciones y simplificarlo se aplicó mapas K

Para Y1				
B1B0\A1A0	00	01	11	10
00	0	0	1	1
01	0	1	0	1
11	1	0	1	0
10	1	1	0	0

Para Y0				
B1B0\A1A0	00	01	11	10
00	0	1	1	0

01	1	0	0	1
11	1	0	0	1
10	0	1	1	0

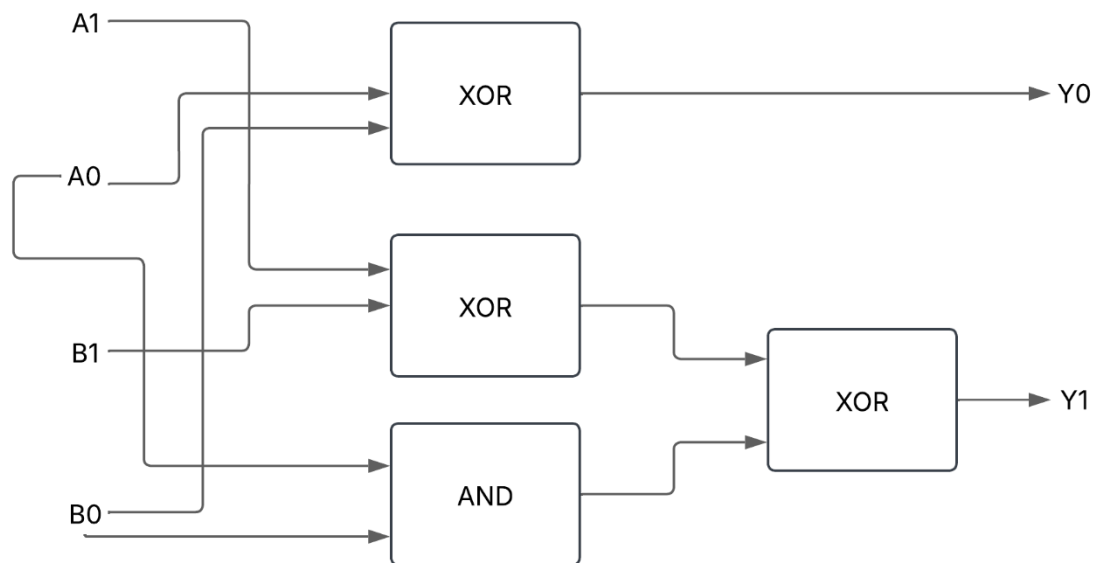
Para Y1:

$$\begin{aligned}
 & \underbrace{\bar{A} \bar{A} B_1 B_0 + \bar{A} \bar{A} B_1 \bar{B}_0}_{\text{combinación}} + \bar{A} A \bar{B}_1 \bar{B}_0 + \bar{A} A \bar{B}_1 B_0 + \bar{A} A \bar{B}_1 B_0 + \bar{A} A \bar{B}_1 \bar{B}_0 + \underbrace{\bar{A} A \bar{B}_1 \bar{B}_0 + \bar{A} A \bar{B}_1 B_0}_{\text{combinación}} \\
 & \underbrace{\bar{A} \bar{A} B_1}_{\text{combinación}} + \bar{A} A \bar{B}_1 \bar{B}_0 + \bar{A} A \bar{B}_1 B_0 + \bar{A} A \bar{B}_1 B_0 + \bar{A} A \bar{B}_1 \bar{B}_0 + \bar{A} A \bar{B}_1 \\
 & \text{Distributividad} \\
 & \bar{A} (B_1 (\underbrace{\bar{A} \bar{A} + \bar{A} \bar{A} \bar{B}_0}_{\text{absorción}})) + \bar{A} A \bar{B}_1 \bar{B}_0 + \bar{A} A \bar{B}_1 B_0 + \bar{A} A \bar{B}_1 B_0 + \bar{A} A \bar{B}_1 \\
 & \bar{A} \cdot \bar{B}_1 (\bar{A} \bar{A} + \bar{A} \bar{A} \bar{B}_0) + \bar{A} A \bar{B}_1 \bar{B}_0 + \bar{A} A \bar{B}_1 B_0 + \bar{A} A \bar{B}_1 B_0 + \bar{A} A \bar{B}_1 \\
 & \text{Distributividad} \\
 & \bar{A} \cdot \bar{B}_1 (\bar{A} \bar{A} + \bar{A} \bar{A} \bar{B}_0) + \bar{A} A (\bar{B}_1 (\bar{A} \bar{A} \bar{B}_0 + \bar{A} \bar{A})) + \bar{A} A \bar{B}_1 B_0 + \bar{A} A \bar{B}_1 B_0 \\
 & \text{absorción} \\
 & \text{Distributividad} \\
 & \underbrace{\bar{A} \cdot \bar{B}_1 (\bar{A} \bar{A} + \bar{A} \bar{A} \bar{B}_0)}_{\text{Distributividad}} + \bar{A} A \bar{B}_1 (\bar{A} \bar{A} + \bar{A} \bar{A} \bar{B}_0) + \bar{A} A \bar{B}_1 B_0 + \bar{A} A \bar{B}_1 B_0 \\
 & (\bar{A} \bar{B}_1 + \bar{A} \bar{B}_1) (\bar{A} \bar{A} + \bar{A} \bar{A} \bar{B}_0) + \bar{A} A \bar{B}_1 (\bar{A} \bar{A} + \bar{A} \bar{A} \bar{B}_0) + \bar{A} A \bar{B}_1 B_0 + \bar{A} A \bar{B}_1 B_0 \\
 & \text{XOR} \\
 & \boxed{X \oplus Y} \text{ XOR} \quad x = \boxed{\bar{A} \bar{B}_1 + \bar{A} \bar{B}_1} \rightarrow \text{otro XOR} \\
 & \downarrow \\
 & x \bar{y} + \bar{x} y \\
 & \bar{x} = \bar{\bar{A} \bar{B}_1 + \bar{A} \bar{B}_1} \\
 & y = \boxed{A \bar{B}_0} \rightarrow \text{AND} \\
 & \bar{y} = \bar{A \bar{B}_0} \\
 & \boxed{(\bar{A} \bar{B}_1 + \bar{A} \bar{B}_1) \oplus A \bar{B}_0} //
 \end{aligned}$$

Para Y0:

$$\begin{aligned}
 & \underbrace{\bar{A} \bar{A} \bar{B} \bar{B} \bar{B} \bar{B}}_{\text{Combinación}} + \underbrace{A \bar{A} \bar{B} \bar{B} \bar{B} \bar{B}}_{\text{Combinación}} + \underbrace{\bar{A} A \bar{B} \bar{B} \bar{B} \bar{B}}_{\text{Combinación}} + \underbrace{A A \bar{B} \bar{B} \bar{B} \bar{B}}_{\text{Combinación}} + \underbrace{\bar{A} \bar{A} \bar{B} \bar{B} B \bar{B}}_{\text{Combinación}} + \underbrace{\bar{A} \bar{A} \bar{B} \bar{B} B B}_{\text{Combinación}} + \underbrace{A \bar{A} \bar{B} \bar{B} B \bar{B}}_{\text{Combinación}} + \underbrace{A \bar{A} \bar{B} \bar{B} B B}_{\text{Combinación}} \\
 & \quad \quad \quad \underbrace{A \bar{B} \bar{B} \bar{B} \bar{B} \bar{B} + A \bar{B} \bar{B} \bar{B} \bar{B} \bar{B}}_{\text{Combinación}} + \underbrace{\bar{A} \bar{B} \bar{B} B \bar{B} \bar{B} + \bar{A} \bar{B} \bar{B} B B \bar{B}}_{\text{Combinación}} \\
 & \quad \quad \quad A \bar{B} \bar{B} \bar{B} \bar{B} \bar{B} + \bar{A} \bar{B} \bar{B} B \bar{B} \bar{B} \\
 & \quad \quad \quad \boxed{A \oplus B} //
 \end{aligned}$$

Mediante la herramienta de Lucidchart se diseñó el circuito combinatorio. Esta tiene 4 entradas y da como resultado la suma de  $A1A0+B1B0$ . El bit menos significativo se obtiene haciendo un XOR de los bits  $A0$  y  $B0$ . Para obtener el bit más significativo se tiene que hacer un XOR del resultado del XOR de  $A1$  y  $B1$ ; y del resultado de un AND de  $A0$  y  $B0$ .



Las tablas de verdad quedarían:

XOR		
A0	B0	Y0
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	0

XOR		
A1	B1	S1
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	0

AND		
A0	B0	S2
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

XOR		
S1	S2	Y1
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	0

De esta manera la ecuación para obtener Y1 y Y0 sería

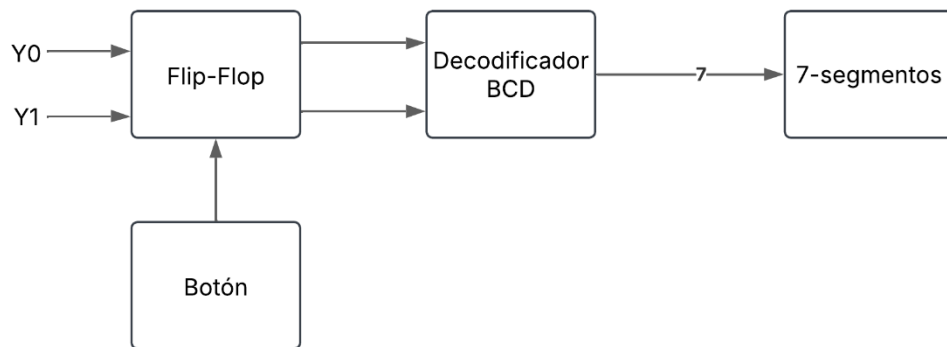
$$A0 \oplus B0 = Y0$$

$$(A1 \oplus B1) \oplus (A0 \cdot B0) = Y1$$

Día 2 – 20/03/25: Diseño 7 segmentos

- Tareas:
  - Diseñar el módulo BCD
  - Conectar el módulo BCD al visualizador 7 segmentos
- Resultados:

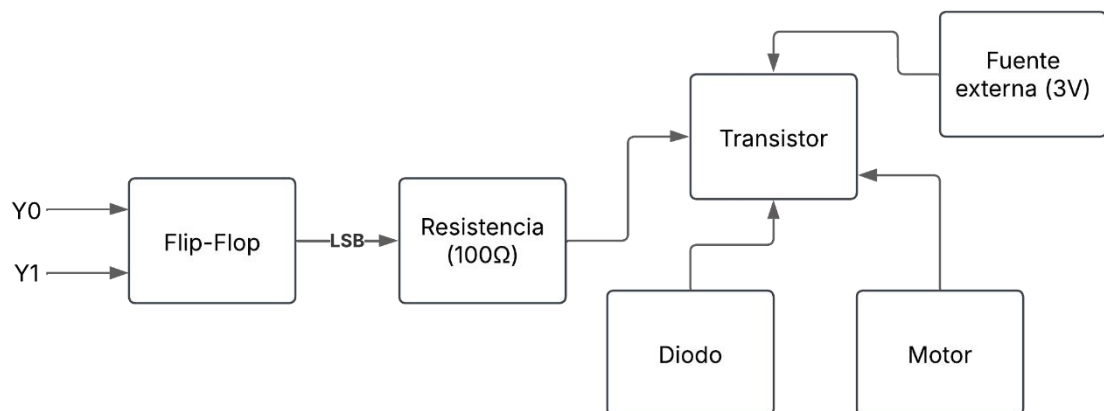
Nuevamente con Lucidchart se diseñó la conexión a los 7 segmentos. Las salidas del circuito combinacional se conectarán con el flip-flop, el cual tendrá un botón controlando su reloj; por lo cual sus dos salidas solo se actualizarán cuando el botón envíe una señal y no cuando las entradas cambien. Luego el decodificador recibirá las dos entradas y las convertirá en 7 bits para representar en un 7 segmento el número en decimal, del 0 al 3.



### Día 3 – 22/03/25: Diseño del motor

- Tareas:
  - Elegir una lógica para que el motor se encienda
  - Diseñar el desacople
  - Diseñar el módulo del motor
- Resultados:

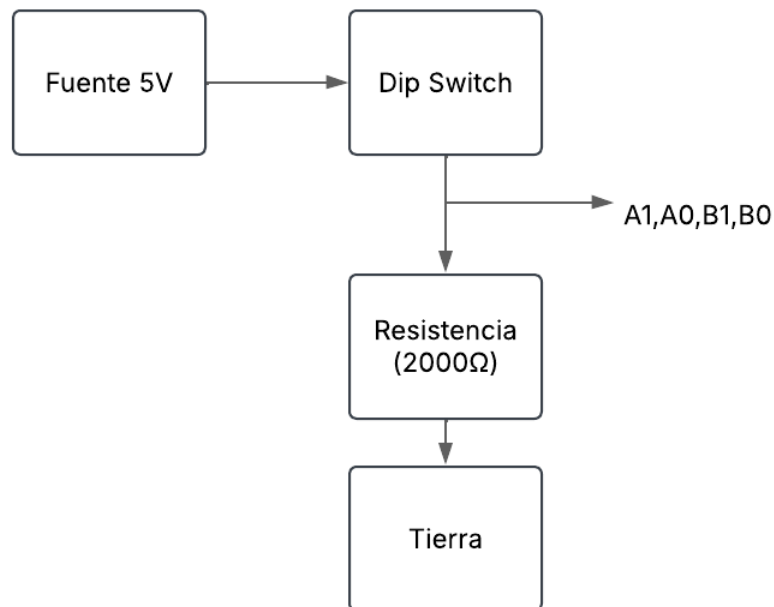
Se creó el diagrama con la herramienta de Lucidchart. En el diseño se reutilizará el flip-flop del módulo del BCD. En donde esta vez se utilizará la salida del bit menos significativo y con una resistencia en serie se conectará a la base del transistor. Se conectará el diodo y el motor en paralelo, en donde estarán conectados con el colector del transistor y la tierra del circuito en general. También se conectará una fuente externa al colector del transistor. Este diseño permite que dependiendo de la señal que reciba la base del transistor, la corriente del colector pasará al emisor de forma que activa el motor. Este diseño hará que el motor se active cuando el número mostrado en el 7 segmento sea un 0 o un 2.

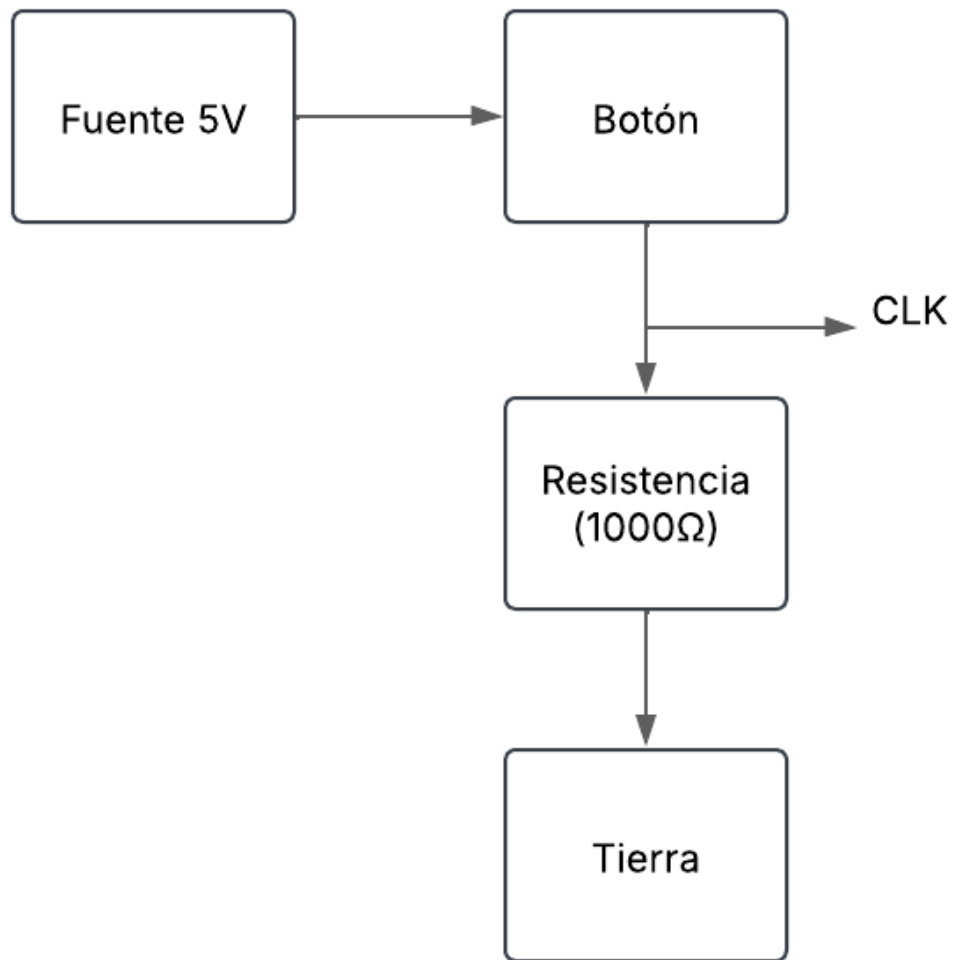


### Día 4 – 25/03/25: Diseño de las entradas

- Tareas:
  - Diseño de las entradas del circuito combinatorio
  - Elección de pull down o pull up para los switches y botón
- Resultados:

Utilizando Lucidchart se crearon los dos diagramas. El dip switch a utilizar tiene 7 bits, por lo que solo se utilizará el 1, 3, 5 y 7. Tanto para el dip switch como para el botón se va a hacer un pull down para evitar señales flotantes y solo entregue 1 o 0.





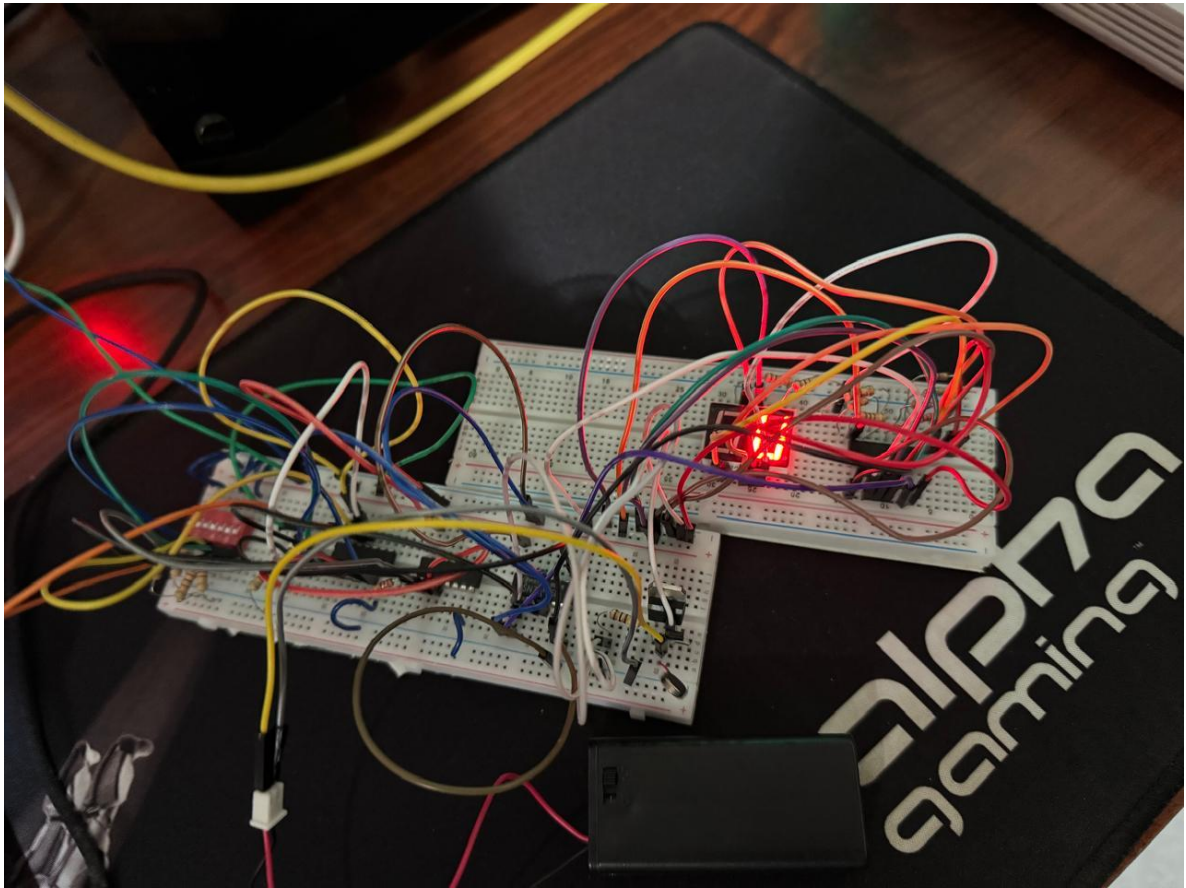
Día 5 – 28/03/25: Simulación e implementación

- Tareas:
  - Simular el circuito
  - Comprobar que el circuito funcione teóricamente
  - Implementar el circuito en físico
  - Comprobar que el circuito funcione físicamente
- Resultados:

Observación importante, en teoría el transistor es un NPN entonces debería activar el motor cuando la base reciba corriente, sin embargo, el transistor presenta un funcionamiento inverso y solamente activa el motor cuando no recibe corriente en la base. Además, para el segmento “a” y “g” se utilizó dos resistencias de 100 ohms en serie ya



que se acabaron los jumpers. Una consecuencia de esto es que esos dos segmentos tienen menos luminosidad en comparación con los otros.



Día 6 – 2/04/25: Diseño de los sensores y leds

- Tareas:
  - Diseñar el módulo de los sensores
  - Diseñar el visualizador con LED
- Resultados:

Utilizando Lucidchart se diseñó los dos módulos. Los 4 sensores escogidos fueron los Photoelectric speed measuring sensor. Este es un sensor que ofrece una salida digital cuando se bloquea el sensor. Para el módulo de LEDs se decidió utilizar una compuerta NOT para que los LEDs solamente enciendan cuando los sensores estén enviando un 0.

