



UNIVERSIDAD MARIANO GÁLVEZ DE GUATEMALA

FACULTAD DE INGENIERIA

I N V E S T I G A C I O N

Fase 2: Proyecto final

Presentan:

Hector Javier Cu Garcia

Luis Estuardo Pineda Reyes

Jonathan Josué Ixpanel Panjoj

Rodrigo Alejandro Cuetto Lusky

Sección: A

Horario:

7:00-9:00

Catedrático:

Ing. Jorge Sitavi

Guatemala, Guatemala

26 de febrero, 2025

Tabla de contenido

Introducción	3
Marco Teórico	4
Los Circuitos Secuenciales	4
Que son los Circuitos Secuenciales	4
La Tabla de Verdad de un Circuito Secuencial	4
Convertidor BCD a Decimal.....	5
¿Qué es un BCD?	5
¿Como se usa un Convertidor BCD a Decimal?	5
Los Temporizadores 555	6
Que es un Temporizador 555.....	6
Cuáles son las Configuraciones:.....	6
Formas de configuración de un Temporizador 555	7
Temporizador 555 monoestable.....	7
Temporizador 555 astable.....	7
Qué es un Display de 7 Segmentos	8
Display de 7 Segmentos más Comunes.....	8
¿Cómo Conectar un Display de 7 Segmentos?.....	9
MARCO PRACTICO	10
Recomendaciones.....	15
Conclusiones.....	16
Anexos.....	17
Bibliografía.....	20

Introducción

En el mundo, los sistemas de computo o cualquier herramienta electrónica se han convertido en un conjunto de equipamiento esencial en la vida de cualquier ser humano, pues, aunque no lo notemos, los aparatos que funcionan en base a sistemas electrónicos los encontramos en cualquier parte, en el día a día de la sociedad, microondas, Smart TVs refrigeradores inteligentes, todos estos cumplen con un rasgo en particular: el uso de sistemas de electrónica para su correcto funcionamiento. Sin embargo, en ocasiones no nos tomamos el tiempo de entender cómo es que estas herramientas tan valiosas pueden funcionar, por lo que el objetivo de esta investigación es entender cómo funcionan algunos elementos básicos bajo los cuales se rigen algunas herramientas tan comunes como lo son los Smartphone, computadoras, etc.

El propósito de esta investigación es dar a conocer algunas de los fundamentos bajo los cuales se rigen la electrónica digital y algunas herramientas básicas que funcionan bajo estos fundamentos, que, a su vez, forman parte de algunas herramientas anteriormente mencionadas, como algunos sistemas de circuitos y el desarrollo de conexiones en sistemas mas complejos como pueden llegar a serlo algunos sistemas de temporizadores y displays, unos elementos electrónicos que, aunque llegan a ser relativamente básicos, suelen ser bases de herramientas de un nivel de complejidad alto.

El propósito de esta investigación es que los lectores o interesados en el presente documento tengan una noción de básica sobre como es que funcionan algunos sistemas elementales dentro de la electrónica digital, elementos que pueden ser utilizados y aplicados a la hora de trabajar o desarrollar sistemas de complejidad baja cuya funcionalidad se pueda regir bajo las normas de esta rama de la computación basada en pulsaciones electrónicas, que, aunque a simple vista puedan resultar sencillas, tienen un nivel de complejidad que necesita cierto nivel de conocimiento; por lo que en este documento, se desea dar una noción básica sobre cómo es que estos trabajan

Marco Teórico

Los Circuitos Secuenciales

Que son los Circuitos Secuenciales

La diferencia esencial entre los circuitos combinacionales y los secuenciales es que, en estos últimos, una o varias salidas se retroalimentan hacia las entradas. (unicrom, s.f.)

En el ejemplo de la imagen, la salida de la compuerta OR se conecta nuevamente como entrada de la compuerta AND inferior. (unicrom, s.f.)

Esto implica que la salida (F) del circuito no solo depende de las entradas actuales (A y B), sino también del valor previo de la misma salida F, que se encuentra realimentada. Es decir, F está determinada tanto por las entradas A y B como por el estado anterior que tenía la propia salida. (unicrom, s.f.)

(Ver imagen 1.1)

La Tabla de Verdad de un Circuito Secuencial

La tabla de verdad general se presenta de la siguiente manera: las entradas consideradas son A, B y la salida F en su estado actual, mientras que la salida corresponde al valor futuro de F (como se muestra en la tabla). (unicrom, s.f.)

Al analizar la tabla de verdad se observa que la columna correspondiente a la “Salida F futura” no siempre coincide con la “Salida F actual”. Esto ocurre porque el valor futuro de la salida depende tanto de las entradas presentes (A y B) como del estado previo de la salida F, producto de la realimentación del circuito. (unicrom, s.f.)

Cabe destacar que el ejemplo mostrado corresponde a un caso particular. En otros circuitos secuenciales, pueden intervenir un mayor número de entradas (A, B, C, ...), varias salidas (F₁, F₂, F₃, ...) y múltiples señales realimentadas. En tales situaciones, es necesario construir una tabla de verdad independiente para cada salida futura, considerando no solo las entradas, sino también los valores actuales de todas las salidas que se retroalimentan dentro del sistema. (unicrom, s.f.)

Las tablas de verdad nos son de mucha utilidad ya que gracias a ellas nos sirve para plantear y resolver problemas sin ella sería muy difícil sino imposible plantear y resolver problemas en la electrónica digital ya que con ella podemos crear funciones booleanas que gracias a ellas podemos hacer que el circuito sirva como nosotros queramos.

(Ver imagen 1.2)

Convertidor BCD a Decimal

¿Qué es un BCD?

Decimal codificado binario

El decimal codificado binario, o BCD, es otro proceso para convertir números decimales en sus equivalentes binarios. Existen muchos métodos que son utilizados para realizar este tipo de traducciones, por decirlo de alguna manera, sin embargo, el BCD es una de las más comunes o más utilizadas para realizar esto dentro del campo de la electrónica. (unicrom, s.f.), (Ver imagen 2.1)

¿Cómo se usa un Convertidor BCD a Decimal?

Un **convertidor BCD a decimal** traduce cada grupo de 4 bits en el dígito decimal correspondiente. Se utiliza en: (electronics-tutorials, s.f.)

- **Circuitos digitales:** como decodificadores BCD a display de 7 segmentos (ejemplo: IC 74LS47, 74LS48). (electronics-tutorials, s.f.)
- **Microprocesadores:** cuando se requieren operaciones con números decimales (por ejemplo, en calculadoras). (electronics-tutorials, s.f.)
- **Pantallas digitales:** donde la información debe mostrarse en formato decimal legible. (electronics-tutorials, s.f.)

Número Decimal	Código BCD
0	0
1	1
2	10
3	11
4	100
5	101
6	110
7	111
8	1000
9	1001

Valores desde 1010 hasta 1111 no son válidos en BCD, por ejemplo, tomemos en cuenta el número 91, este en decimales se puede reescribir de la siguiente manera: usando el sistema binario, el 9 es 1001, por otro lado, el numero 1 se escribe como 0001, por lo que el resultado en BCD es 1001 0001.

Esto últimos nos sirve para escribir y mostrar números que su principal uso actual es en calculadoras.

Los Temporizadores 555

Que es un Temporizador 555

El temporizador integrado 555 es un circuito ampliamente utilizado por su alta estabilidad y precisión en la generación de señales temporales. Este componente se emplea como base en múltiples aplicaciones que requieren control del tiempo, tales como relojes, generadores de señales, retardadores y temporizadores. Gracias a su diseño, permite establecer con exactitud el intervalo durante el cual la salida se mantiene en nivel alto (Vcc) o bajo (0 V), ofreciendo un control preciso de ambos períodos (angelmicelti, s.f.)

El temporizador 555 nos sirve para crear frecuencias intermitentes lo que nos puede ser útil para crear secuencias y ciclos.

(Ver imagen 3.1)

Los comparadores operan de manera que, cuando el voltaje en la entrada positiva (V+) es mayor que en la entrada negativa (V-), generan una señal alta; mientras que si V- es mayor que V+, producen una señal baja. Por su parte, el flip-flop funciona según su tabla de verdad: si la entrada R está activa y S está en bajo, la salida se vuelve alta; en caso contrario, la salida permanece baja. El transistor normalmente se conecta a un condensador, cuya carga y descarga determinan los intervalos de tiempo. Finalmente, la compuerta NOT se utiliza únicamente para invertir la señal de salida del biestable. (Mecafenix, 2022)

Cuáles son las Configuraciones:

Los temporizadores 555 cuentan con 8 terminales, cada una correspondiente a una función específica del circuito (Mecafenix, 2022):

GND (1): Terminal de conexión a tierra. (Mecafenix, 2022)

Disparo (2): Permite iniciar el ciclo del temporizador. (Mecafenix, 2022)

Salida (3): Aquí se conecta el componente o circuito que se desea activar. (Mecafenix, 2022)

Reinicio (4): Reinicia el temporizador desde cero; si no se usa, debe conectarse a voltaje. (Mecafenix, 2022)

Control de voltaje (5): Modifica el voltaje de referencia de los comparadores. Por ejemplo, si normalmente el temporizador dispara con 2.5 V y se ajusta a 5 V, solo se activará con señales mayores a 5 V. Si no se usa, se recomienda colocar un capacitor de 10 nF para evitar interferencias. (Mecafenix, 2022)

Umbral (6): Determina el tiempo del temporizado. (Mecafenix, 2022)

Descarga (7): Permite generar el tiempo de temporizado mientras se descarga el capacitor conectado. (Mecafenix, 2022)

Voltaje de alimentación (8): Terminal para suministrar el voltaje de operación del circuito. (Mecafenix, 2022)

(ver imagen 3.2 y 3.3)

Formas de configuración de un Temporizador 555

El temporizador 555 puede configurarse de diferentes maneras (Mecafenix, 2022):

Modo astable: El ciclo de salida se repite de forma continua hasta que se interrumpe por una acción externa. Produce una señal de onda cuadrada. (Mecafenix, 2022)

Modo monoestable: El temporizador se activa con un solo pulso y la salida permanece alta por un tiempo determinado antes de desactivarse. Para activarlo nuevamente, se requiere aplicar otro pulso. (Mecafenix, 2022)

Temporizador 555 monoestable

Es el más simple: con un pulso de entrada, la salida se activa durante un tiempo determinado por una resistencia y un capacitor, luego se desactiva. El circuito se puede reiniciar tantas veces como se deseé aplicando nuevos pulsos. (Mecafenix, 2022)

Identificación:

- Solo lleva una resistencia y un capacitor. (Mecafenix, 2022)
- Las terminales 6 y 7 se conectan juntas. (Mecafenix, 2022)

$$T = 1.1 * R_1 * C_1$$

Temporizador 555 astable

En este modo, la salida genera una señal de onda cuadrada, alternando entre estados alto y bajo de manera continua. (Mecafenix, 2022)

(revisar imagen 3.4)

Identificación:

- Dos resistencias y un capacitor en serie. (Mecafenix, 2022)
- Las terminales 2 y 6 se conectan juntas. (Mecafenix, 2022)
- Los tiempos de los estados alto y bajo dependen de R1, R2 y C1. (Mecafenix, 2022)
- Tiempos de duración:

$$T_1 = 0.693 * (R_1 + R_2) * C_1 \text{ (estado alto)}$$

$$T_2 = 0.693 * R_2 * C_1 \text{ (estado bajo)}$$

Frecuencia de la señal:

$$f = \frac{1}{T}, T = \frac{1}{f}$$

Como se pudo leer anteriormente hay muchas formas de configurar un 555 esto nos sirve para diferentes tipos de problemas siendo astable la más común en circuitos.

Qué es un Display de 7 Segmentos

Los displays de 7 segmentos son dispositivos simples que muestran números y algunos caracteres usando LEDs. Cada segmento se identifica con las letras «a» a «g» y el punto decimal como «h» o «dp». Tienen un pin común (ánodo o cátodo) que simplifica las conexiones. (actualidadtecnologica, s.f.)

Funcionan como un conjunto de LEDs organizados, lo que permite usar resistores mínimos para protegerlos y ahorrar espacio en el circuito. Conociendo la tensión nominal de los LEDs, se pueden controlar fácilmente con microcontroladores como Arduino o mediante circuitos integrados decodificadores para mostrar cualquier número o carácter.
(actualidadtecnologica, s.f.)

El display nos sirve para mostrar y visualizar no solo números sino letras como A o F los display de 7 segmentos son unas de las formas más primitivas de escribir datos en la electrónica.

(Ver imagen 4.1)

Display de 7 Segmentos más Comunes

La sencillez en el diseño y uso de los **displays de 7 segmentos** hace que se clasifiquen principalmente en: (actualidadtecnologica, s.f.)

1. Ánodo Común:

- Los ánodos de todos los LEDs están conectados juntos. (actualidadtecnologica, s.f.)

- Se activan mediante corriente negativa en los cátodos, controlándose a través de inversores o circuitos lógicos. (actualidadtecnologica, s.f.)

2. Cátodo Común:

- Los cátodos de todos los LEDs están unidos. (actualidadtecnologica, s.f.)
- Se encienden aplicando corriente positiva a los ánodos, también controlados por la lógica del circuito. (actualidadtecnologica, s.f.)

3. Doble Display:

- Combina dos displays en un solo módulo. (actualidadtecnologica, s.f.)
- Sus conexiones se ajustan para aplicaciones que requieren mostrar más de un dígito simultáneamente. (actualidadtecnologica, s.f.)

4. Por Tamaño:

- Los displays más grandes incluyen líneas extra, lo que permite mostrar más caracteres o símbolos. (actualidadtecnologica, s.f.)
- Se usan en situaciones donde se necesita una pantalla más amplia o información adicional. (actualidadtecnologica, s.f.)

En lo ultimo que acabamos de leer nos habla de los tipos de displays pero el que usamos para el proyecto fue cátodo común y también el más común.

¿Cómo Conectar un Display de 7 Segmentos?

Los **displays de 7 segmentos** se usan para mostrar números y algunos caracteres en proyectos electrónicos. Conectarlos correctamente es clave para que funcionen bien. (Vidal, 2023)

1. Identifica los pines del display:

- Cada display tiene **pines para cada segmento** (A, B, C, D, E, F, G) y un pin **COM** (común). (Vidal, 2023)
- El pin COM puede ser **ánodo o cátodo comunes**, dependiendo del tipo de display. (Vidal, 2023)
 - Ánodo común: el pin COM se conecta a positivo. (Vidal, 2023)
 - Cátodo común: el pin COM se conecta a tierra (GND). (Vidal, 2023)

2. Conecta los segmentos:

- Cada segmento se conecta a un pin de salida del microcontrolador o circuito. (Vidal, 2023)

- Siempre usa **resistencias** para limitar la corriente y proteger los LEDs. (Vidal, 2023)
- Consulta el datasheet del display para saber el valor correcto de la resistencia. (Vidal, 2023)

3. Programa el microcontrolador:

- Envía señales **1 o 0** a los pines de cada segmento para encenderlos o apagarlos según el número o carácter que quieras mostrar. (Vidal, 2023)
- Por ejemplo, para mostrar el número “1”, solo enciende los segmentos B y C. (Vidal, 2023)

Selección de resistencias:

- Cada LED necesita cierta corriente para funcionar bien.

Usa la ley de Ohm:

$$R = \frac{V - V_{led}}{I}$$

- V = voltaje de alimentación
- VLED = voltaje del LED
- I = corriente recomendada

Revisa siempre el datasheet para no dañar los LEDs.

Comunicación con microcontrolador:

- Los displays básicos usan **8 pines** (7 segmentos + punto decimal).
- Para displays más avanzados, puedes usar **protocolos seriales** como **I2C** o **SPI**, que facilitan controlar varios displays sin usar muchos pines.

En lo ultimo nos habla sobre como conectarlos y como calcular su resistencia así también que tiene una peculiaridad porque, aunque tenga 7 segmentos incluye un (“.”) lo cual lo convierte con 8 pines.

MARCO PRACTICO

En este marco practico estaremos mostrado el proceso como la creación de nuestro proyecto. El cual consistirá en escribir el carné 0900-23-8553 en secuencia usando un

desplay para dibujar uno por uno cada digito para ellos usamos flip flop tipo D ya que son los más fáciles de implementar.

Primero empezamos viendo las secuencias para eso hicimos diagramas.

Diagrama de SECUENCIA

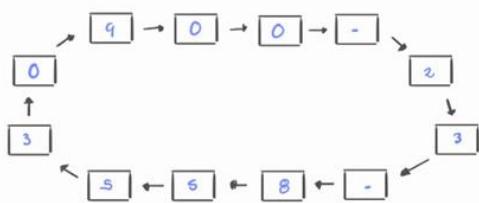
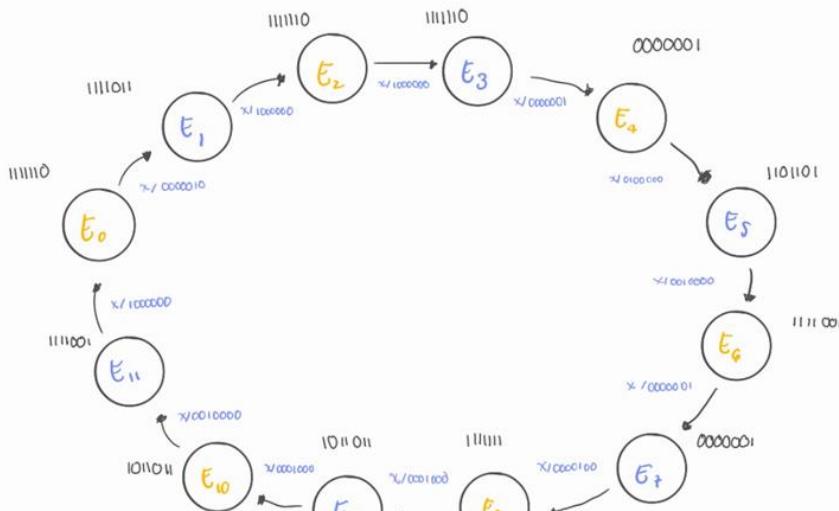


Tabla de SECUENCIA

	0	2	3	5	8	9	-	
Q ₃	0	1	0	0	0	0	0	0
Q ₂	0	0	0	0	0	0	1	0
Q ₁	0	1	0	0	0	0	0	0
Q ₀	-	0	0	0	0	0	0	1
Q ₃	0	1	0	0	0	0	0	0
Q ₂	0	0	1	0	0	0	0	0
Q ₁	-	0	0	0	0	0	1	0
Q ₀	0	0	0	0	1	0	0	0
Q ₃	0	0	0	1	0	0	0	0
Q ₂	0	0	0	0	1	0	0	0
Q ₁	-	0	0	1	0	0	0	0
Q ₀	0	0	0	0	0	1	0	0

Diagrama de ESTADO



Para el razonamiento ya que no estamos contando números decidimos hacer algo poco convencional y usar la configuración one-hot.

Que es la configuración one-hot

En circuitos digitales y en el aprendizaje automático, el término *one-hot* se refiere a un conjunto de bits en el que únicamente una posición puede tener el valor alto (1), mientras

que todas las demás permanecen en bajo (0). De forma análoga, existe una variante denominada *one-cold*, en la cual todos los bits están en alto (1) excepto uno que está en bajo (0). En el ámbito de la estadística, se utiliza un método similar para codificar datos categóricos. (<https://es.wikipedia.org/wiki/One-hot>, s.f.)

Esta configuración no servirá para hacer nuestras secuencias de dígitos, el cual sirve como cascada.

Ejemplo:

Imagínate que tenemos 4 flip flops tipo D

Así quedarían los estados

Estado actual: $Q_0 = 1, Q_1 = 0, Q_2 = 0, Q_3 = 0$

siguiente reloj

Estado siguiente: $Q_0 = 0, Q_1 = 1, Q_2 = 0, Q_3 = 0$

Por lo que hicimos fue hacer 12 flipflops D 12 por cada dígito

El cual lo interpretamos como un $Q(t+1)$ por lo que

Estado	Símbolo	a	b	c	d	e	f	g
Q_0	0	1	1	1	1	1	1	0
Q_1	9	1	1	1	1	0	1	1
Q_2	0	1	1	1	1	1	1	0
Q_3	0	1	1	1	1	1	1	0
Q_4	-	0	0	0	0	0	0	1
Q_5	2	1	1	0	1	1	0	1
Q_6	3	1	1	1	1	0	0	1
Q_7	-	0	0	0	0	0	0	1
Q_8	8	1	1	1	1	1	1	1
Q_9	5	1	0	1	1	0	1	1
Q_{10}	5	1	0	1	1	0	1	1
Q_{11}	3	1	1	1	1	0	0	1
4								

Y así representamos cada número

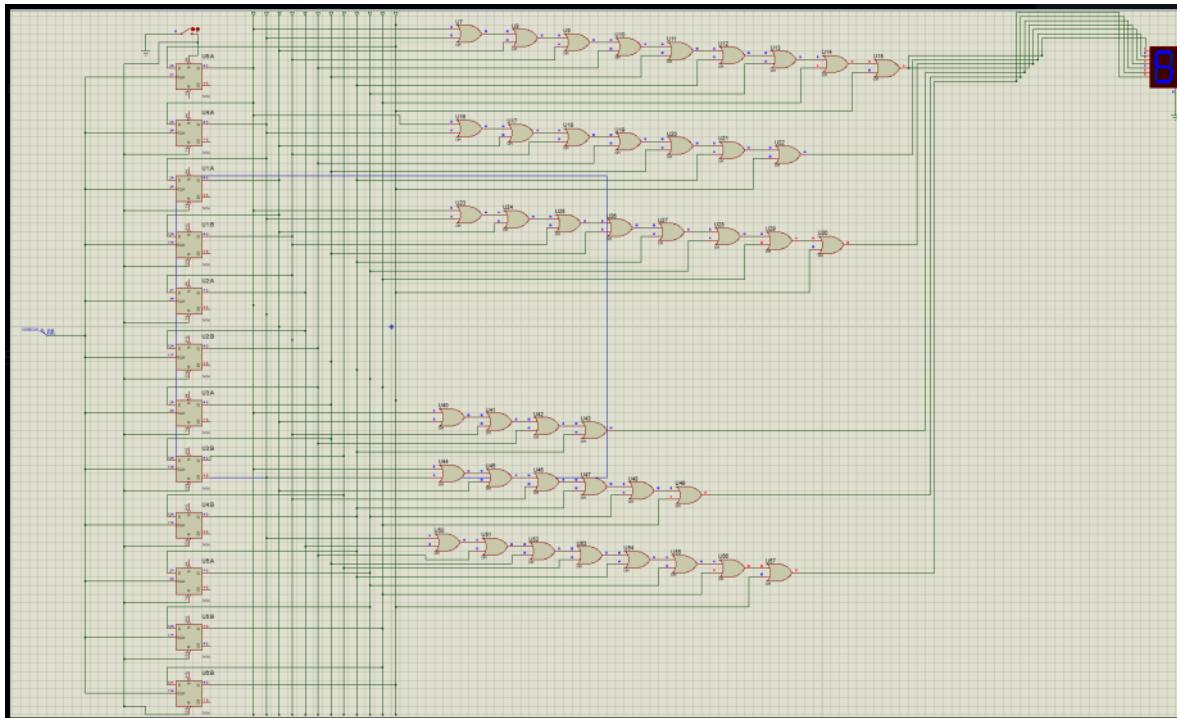
Luego para hacer las funciones que nos ayudara a prender cada uno de los segmentos

Sumamos cada salida de flipflops D que este en 1 y listo lo tenemos

Imagen de las funciones

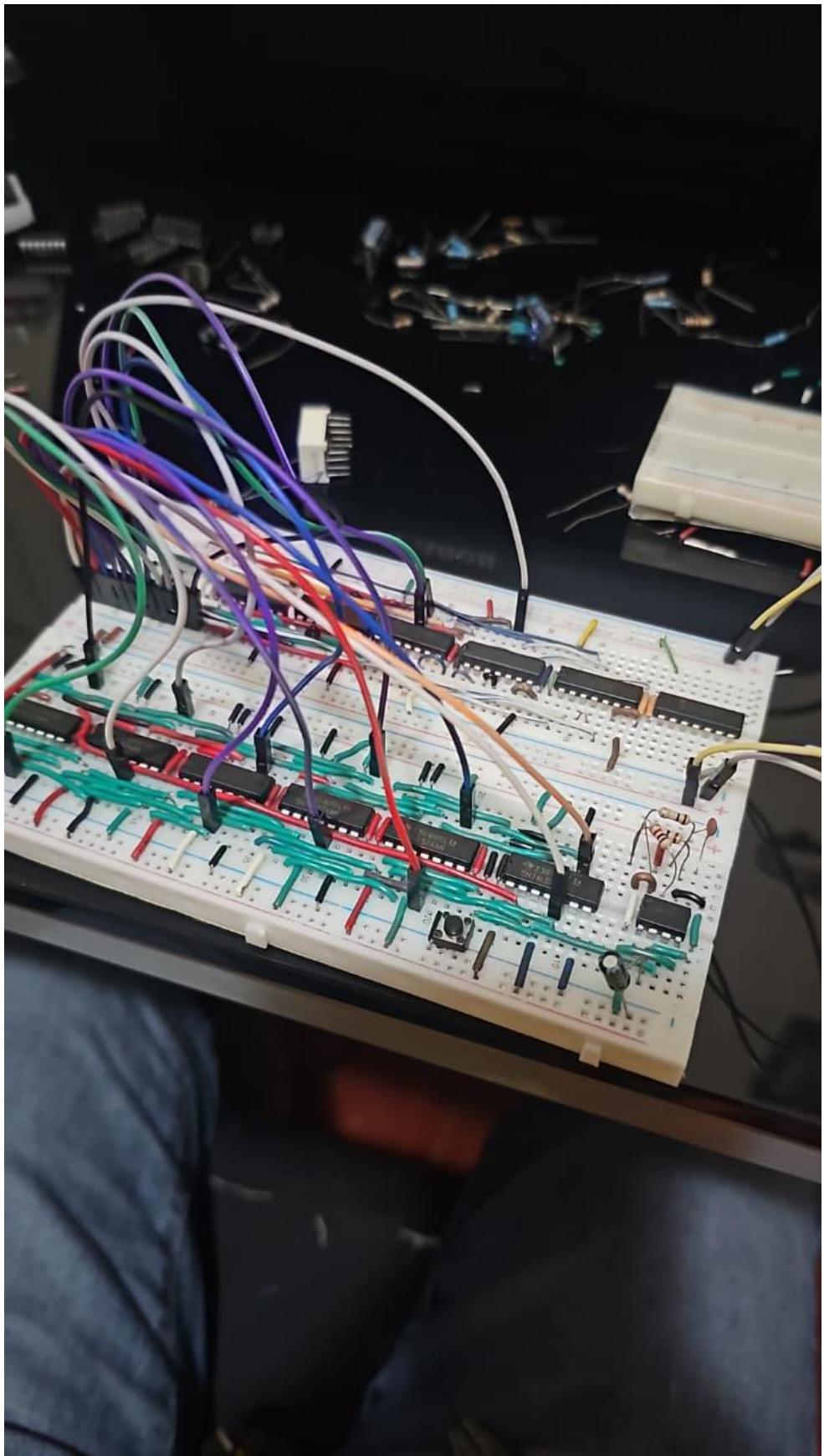
A	B	C
Segmento	Expresión OR (activo-ALTO)	
ON_a	$Q_0 + Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_5 + Q_6 + Q_8 + Q_9 + Q_{10} + Q_{11}$	
ON_b	$Q_0 + Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_5 + Q_6 + Q_8 + Q_{11}$	
ON_c	$Q_0 + Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_6 + Q_8 + Q_9 + Q_{10} + Q_{11}$	
ON_d	$Q_0 + Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_5 + Q_6 + Q_8 + Q_9 + Q_{10} + Q_{11}$	
ON_e	$Q_0 + Q_2 + Q_3 + Q_5 + Q_8$	
ON_f	$Q_0 + Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_8 + Q_9 + Q_{10}$	
ON_g	$Q_1 + Q_4 + Q_5 + Q_6 + Q_7 + Q_8 + Q_9 + Q_{10} + Q_{11}$	
9		
10		
11		

después de esto teniendo bien claro el funcionamiento creamos el circuito en el simulador y comprobamos su funcionamiento.



Como se puede observar usamos 12 flipflops y solo 7 funciones las cuales solo son “or” ósea sumas de flipflops (Estados).

De ultimo después de hacer las pruebas en el simulador lo armamos físicamente este siendo el resultado final.



Recomendaciones

- Se recomienda antes de realizar cualquier proyecto que relacione elementos de electrónica digital realizar una investigación intensiva acerca de los elementos que se van a utilizar para trabajar el proyecto, pues esto puede permitir no solo encontrar otras formas de realizar los procesos, sino de encontrar métodos y sistemas de codificación que permitan disminuir el trabajo a realizar a la hora de definir estados o bien, para tener un proyecto más sencillo de desarrollar usando paradigmas mucho más complejos pero que puedan simplificar el montado del circuito.
- Se recomienda realizar un análisis profundo acerca de que elementos y potenciales soluciones puede tener la problemática presentada, pues esto, sumado a conocimiento teórico nos permitirá no solo una mayor comprensión del mismo, sino que permitirá limitar las soluciones factibles que se pueden generar, disminuyendo errores basados en mal entendimiento de la problemática, o bien, mal entendimiento de los componentes que se utilizaran, aumentando la efectividad y disminuyendo el tiempo que se puede ir en potenciales soluciones fallidas en base malas interpretaciones.
- Hacer pruebas en simuladores antes de comprar componentes ya que sin hacer pruebas virtuales antes puede derivar en N numero de errores cortos y imprevistos que pueden hacer gastar mucho dinero.
- Se recomienda hacer el trabajo a tiempo ya que cualquier fallo podría tomar horas si no días ya que hablamos de componentes físicos resolverlo por lo cual crear diagramas y métricas de tiempo es vital para un trabajo finalizado a tiempo.
- Tener muy en cuenta que componentes se compran un numero diferente y nos podrá causar errores o directamente quemar el circuito también como recomendación tener en cuenta conectar adecuadamente los componentes y tomar muy en cuenta que voltaje estamos usando

Conclusiones

- A la hora de realizar circuitos de cualquier tipo una de las herramientas más poderosas de las cuales se dispone: el entendimiento de los principios teóricos de los elementos que se van a utilizar, pues al momento de realizar la práctica usando flip-flops (En este caso tipo D) tuvimos complicaciones relacionadas al desconocimiento acerca de una de las herramientas más útiles a la hora de trabajar con estados no necesariamente lineales (como seria en el caso de un Contador de 0 a 9) por lo que se tomó la decisión durante el desarrollo de cambiar de método de conexión y utilización de estos elementos (paradigma de Codificación One-Hot).
- Cuando se trabaja con circuitos orientados a la electrónica digital, no solo es importante entender cómo funcionan los elementos con los que trabajaras, sino entender de forma óptima cual es el problema que necesitas solucionar y cuáles pueden ser las limitantes que una solución con esas características puede tener, pues esto permite no solo encontrar soluciones más sencillas a la problemática a solventar, sino que permitirá disminuir los márgenes de errores o intentos de soluciones que no formaran parte de la solución final por problemas de entendimiento del problema, pues debido a ese mal entendimiento de lo que el proyecto debía realizar, realizamos emulaciones y circuitos que no fueron utilizados en la solución final del proyecto, esto a causa del otro paradigma de codificación que se utilizó.
- El mundo de la electrónica es impresionante y gracias al conocimiento aprendido no solo en este proyecto si no en el curso podemos entender mas como sirve y funciona en el nivel más bajo nuestras computadoras.
- Como conclusión este proyecto me hiso comprender como se unen todos los temas desde fisica 2 hasta electrónica Digital y como todo cobra mas sentido estos conocimientos los cuales van desde que es la electricidad hasta un flipflop nos sirvió para crear una secuencia de números las cuales real mentes son muy utilizadas como en letreros como otras aplicaciones lo que nos da habilidades practicas más allá del conocimiento de software que estamos acostumbrados en la carrera.

- En este proyecto no solo aprendimos de electrónica sino de lógica a usar el razonamiento a investigar y buscar como solucionar problemas, la lógica es un pilar fundamental en la carrea este proyecto no solo nos ayudo a mejorarla si no que nos ayudo a ser mas creativos y ver detalles que no vemos siempre, pero están presentes esos momentos “de Eureka” que no solo emocionan a uno si no que lo ase soñar a uno mas que un proyecto una enseñanza para toda la vida.

Anexos

¿Qué son los Circuitos Secuenciales?

Ejemplo implementado con
compuertas NAND, OR y NOT

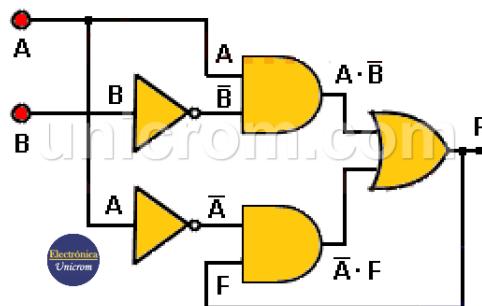


Imagen 1.1 (unicrom, s.f.)

Tabla de verdad Circuito secuencial

Ejemplo con compuertas
NAND, OR Y NOT

A	B	Salida F actual	Salida F futura
0	0	0	0
0	0	1	1
0	1	0	0
0	1	1	1
1	0	0	1
1	0	1	1
1	1	0	0
	1	1	0

Imagen 1.2 (unicrom, s.f.)

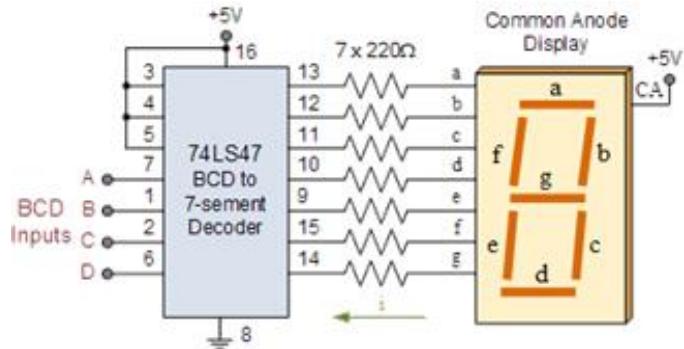


Imagen 2.1 (electronics-tutorials, s.f.)

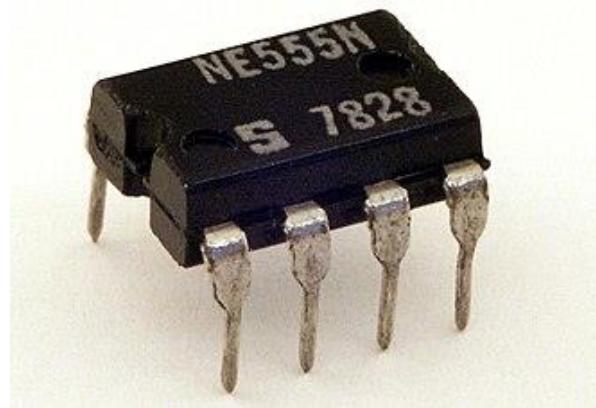


Imagen 3.1 (es.wikipedia, s.f.)

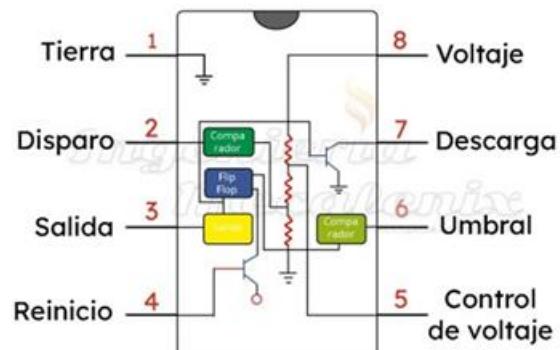


Imagen 3.2 (Mecafenix, 2022)

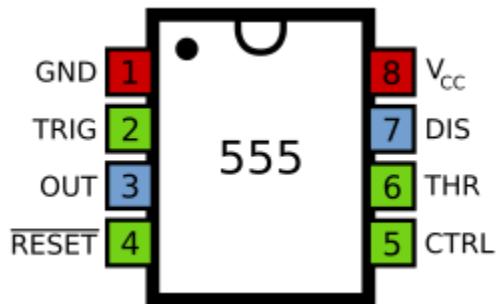


Imagen 3.3 (es.wikipedia, s.f.)

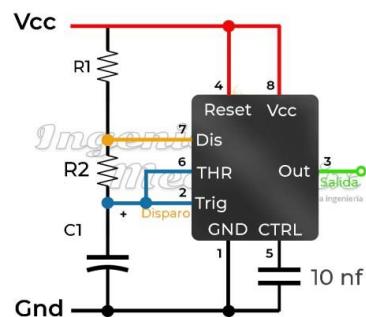


Imagen 3.3 (Mecafenix, 2022)

Display de 7 segmentos

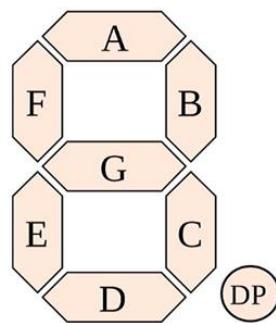


Imagen 4.1 (actualidadtecnologica, s.f.)

Bibliografía

actualidadtecnologica. (s.f.). Obtenido de actualidadtecnologica:
<https://actualidadtecnologica.com/display-de-7-segmentos/>

angelmicelti. (s.f.). Obtenido de angelmicelti:
https://angelmicelti.github.io/4ESO/EAN/52_temporizador_timer_555.html

electronics-tutorials. (s.f.). Obtenido de electronics-tutorials: https://www.electronics-tutorials.ws/binary/binary-coded-decimal.html?utm_source=chatgpt.com

es.wikipedia. (s.f.). Obtenido de es.wikipedia:
https://es.wikipedia.org/wiki/Circuito_integrado_555

Mecafenix, I. (13 de Abril de 2022). *ingmecafenix.* Obtenido de ingmecafenix:
<https://www.ingmecafenix.com/electronica/componentes/temporizador-555/>

unicrom. (s.f.). Obtenido de unicrom: <https://unicrom.com/circuitos-secuenciales-electronica-digital/>

Vidal, S. (13 de 09 de 2023). *tecnobits.* Obtenido de tecnobits: <https://tecnobits.com/guia-tecnica-como-usar-display-de-7-segmentos/>