

Laboratorio 1: Introducción a microcontroladores y manejo de GPIOs

10 de enero de 2024

1 Introducción

Este laboratorio emplea el microcontrolador PIC12f683 para simular un juego de bingo mediante un programa en lenguaje C. El programa define las entradas del microcontrolador y las salidas GPIO, que se conectan directamente al decodificador. Asimismo, genera números aleatorios y verifica que el número obtenido no haya sido previamente seleccionado. La señal resultante del BCD se dirige al display de LEDs de 7 segmentos, atravesando pequeñas resistencias de protección.

La simulación se ejecuta con el software SimulIDE, requiriendo la inclusión de resistores, un capacitor, el microcontrolador, el decodificador BCD, un inversor y el display de LEDs de 7 segmentos con capacidad para dos dígitos.

El sistema opera mediante la generación continua de números aleatorios antes de presionar el botón. Al presionar dicho botón, se detiene la generación y se muestra en el display el número correspondiente, abarcando un rango de 00 a 99. Este número se almacena en un array para llevar un registro de los números ganadores.

1.1 Repositorio

https://github.com/danielchacon9925/Lab_microcontroladores.git

2 Nota teórica

2.1 Características de microcontrolador

En el ámbito de este laboratorio, se utiliza un microcontrolador específicamente el PIC12f683 de 8 bits, caracterizado por su arquitectura CMOS y diseño RISC. Este dispositivo se distingue por un conjunto de 35 instrucciones, todas ejecutables en un solo ciclo, con la excepción de las operaciones de "branches". Destaca por poseer 6 pines I/O con control de dirección individual, capaces de gestionar corrientes de hasta 25 mA.

El microcontrolador integra un oscilador interno de precisión que abarca un rango de frecuencia de 8MHz a 125MHz. Adicionalmente, cuenta con un convertidor analógico-digital que dispone de cuatro canales de 10 bits cada uno, un canal comparador y una celda Flash/EEPROM de alta resistencia, lo que confiere al dispositivo una destacada velocidad de escritura en la memoria Flash.

En términos de capacidad de memoria, el programa tiene asignadas 2048 palabras. Respecto a la memoria de datos, la SRAM cuenta con 128 bytes, mientras que la EEPROM cuenta con 256 bytes. Entre otras características sobresalientes, se encuentran el "Watchdog Timer" con su propio oscilador RC interno, permitiendo un RESET en el dispositivo, el "Brown-out Reset", el restablecimiento de encendido (POR), el temporizador de encendido (PWRT) y el temporizador de inicio del oscilador (OST) [2].

2.2 Diagrama de bloques de microcontrolador

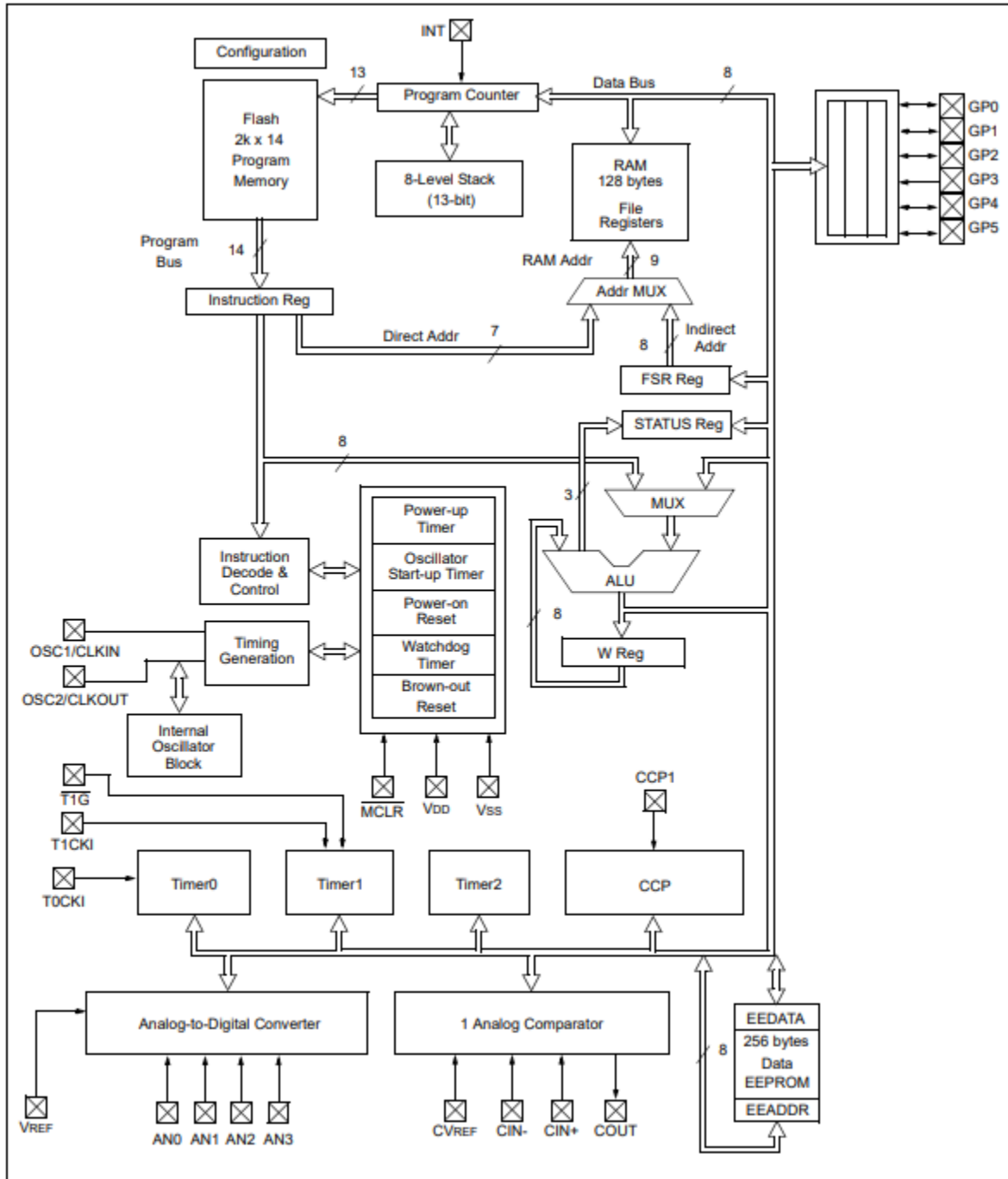


Figura 1: Diagrama de bloques de microcontrolador PIC12F683. Obtenido de [2]

2.3 Diagrama de pines

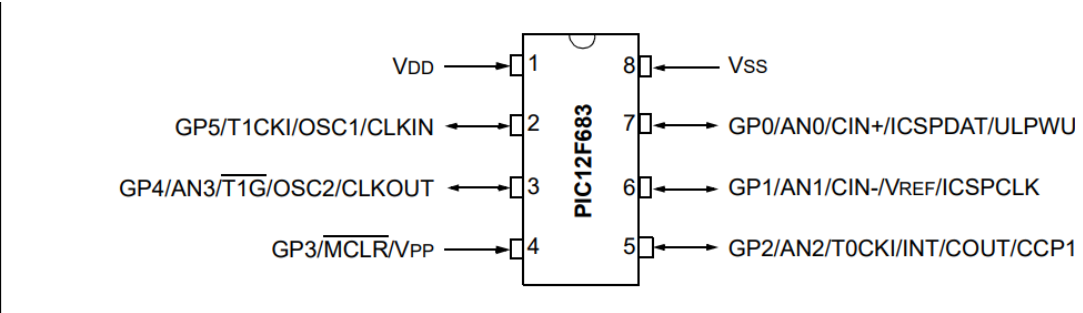


Figura 2: Diagrama de pines de microcontrolador PIC12F683. Obtenido de [2]

2.3.1 Descripción de pines

Cuadro 1: Descripción de Pines del Microcontrolador PIC12f683

Pin	Función	Descripción
1	VDD	Fuente de energía
2	GP5/T1CKI/OSC1/CLKIN	GP5: Pin I/O 5 T1CKI: Input del temporizador 1 OSC1: Oscilador 1 CLKIN: Input del reloj externo
3	GP4/AN3/T1G/OSC2/CLKOUT	GP4: Pin I/O 4 AN3: Input analógico 3 T1G: Compuerta del temporizador 1 OSC2: Oscilador 2 CLKOUT: Output del reloj
4	GP3/MCLR/VPP	GP3: Pin I/O 3 MCLR: Pin de reset VPP: Tensión de programa
5	GP2/AN2/T0CKI/INT/COOUT/CCP1	GP2: Pin I/O 2 AN2: Input analógico 2 T0CKI: Input del temporizador 0 INT: Interruptor externo COOUT: Output del comparador
6	GP1/AN1/CIN-/VREF/ICSPCLK	GP1: Pin I/O 1 AN1: Input analógico 1 CIN-: Input del comparador VREF: Tensión de referencia ICSPCLK: Reloj de programación en serie
7	GP0/AN0/CIN+/ICSPDAT/ULPWU	GP0: Pin I/O 0 AN0: Input analógico 0 CIN+: Input del comparador ICSPDAT: Datos I/O del programador serial ULPWU: Ultra bajo consumo
8	VSS	Tensión a tierra

Cuadro 2: Especificaciones eléctricas

Característica	Valores Máximos
Temperatura ambiente bajo polarización	-40 to +125 °C
Temperatura de almacenamiento	-65 to +150 °C
Tensión en VDD con respecto a VSS	-0.3V to +6.5V
Tensión en MCLR con respecto a VSS	-0.3V to +13.5V
Tensión en todos los otros pines con respecto a VSS	-0.3V to (VDD+0.3V)
Disipación total de energía	800 mW
Máxima corriente de salida del pin VSS	95 mA
Máxima corriente de entrada al pin V_{DD}	95 mA
Corriente de pinza de entrada, I _{IK} ($V_I < 0$ o $V_I > V_{DD}$)	± 20 mA
Corriente de pinza de salida, I _{OK} ($V_O < 0$ o $V_O > V_{DD}$)	± 20 mA
Corriente de salida máxima absorbida por cualquier pin I/O	25 mA
Corriente de salida máxima generada por cualquier pin I/O	25 mA
Corriente máxima absorbida por GPIO	90 mA
Corriente máxima generada por GPIO	90 mA

2.4 Características eléctricas

2.5 Periféricos utilizados

2.5.1 CONFIG

El registro CONFIG en un microcontrolador, como el PIC12f683, se designa como una sección de memoria reservada para almacenar configuraciones específicas del dispositivo. En este contexto, el registro CONFIG cumple la función de establecer múltiples opciones de configuración que influyen en el comportamiento y las características operativas del microcontrolador. Este registro guarda ajustes vinculados a características clave, como el temporizador de vigilancia (WDT), y define la configuración por defecto para el pin de reset (MCLR).

El WDT, un temporizador activado por omisión, supervisa de manera continua la ejecución del programa. Si el programa no actualiza el temporizador dentro de un intervalo predefinido, el WDT puede desencadenar un reinicio del microcontrolador para prevenir situaciones indeseadas, como bloqueos o errores.

Por defecto, el WDT está habilitado y configurado para emplear MCLR (reset) como opción predeterminada. MCLR hace referencia al pin de reset del microcontrolador, utilizado para restablecer el estado del dispositivo. Sin embargo, para los propósitos de este laboratorio, se deshabilita dicho pin.

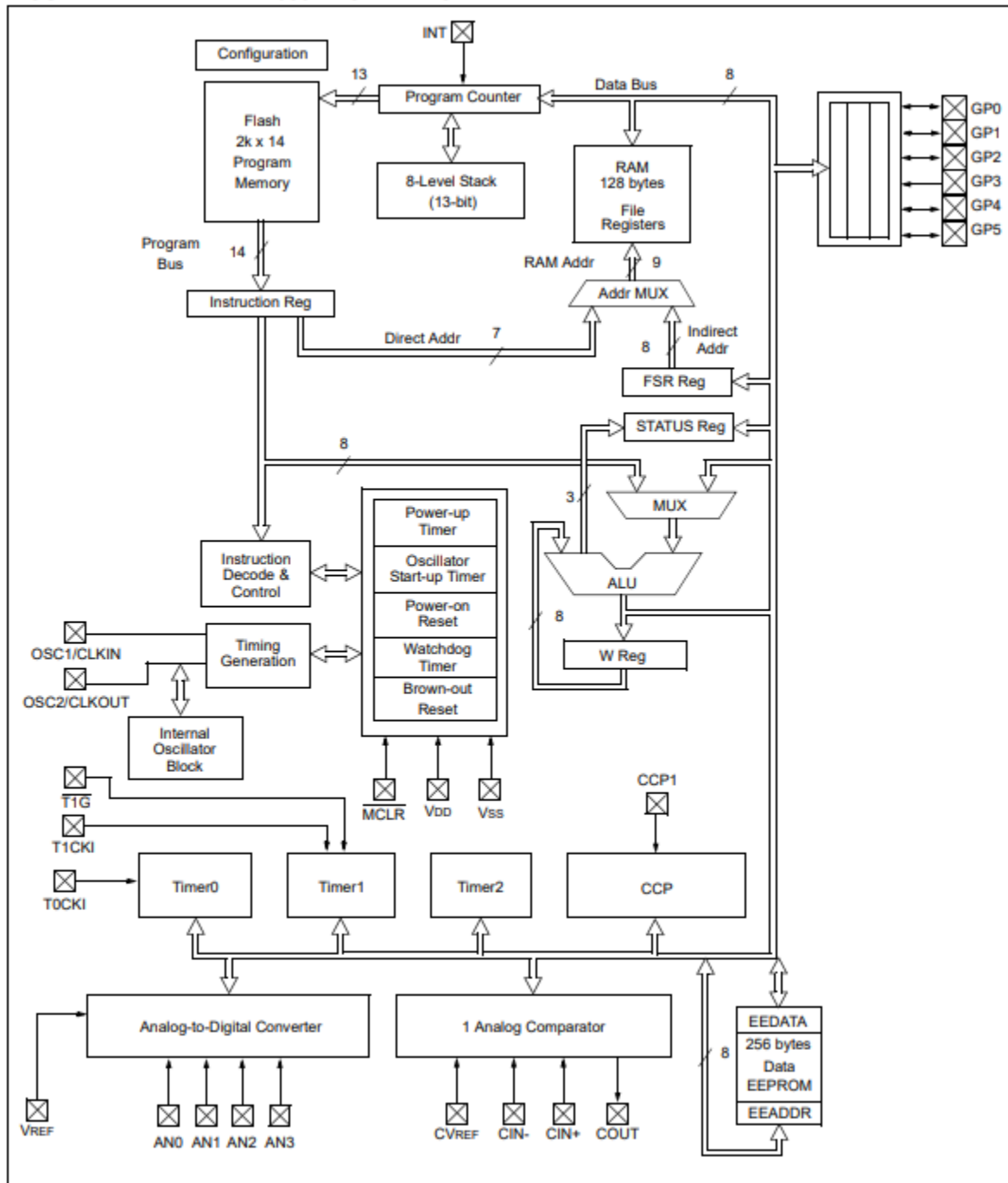


Figura 3: Registro CONFIG. Obtenido de [2]

2.5.2 GPIO y TRISIO

El General Purpose Input Output (GPIO) es un puerto bidireccional de 6 bits de ancho en el microcontrolador. Al leer el registro GPIO, se obtiene el estado de los pines, mientras que escribir en él actualiza el latch de salida.

U-0	U-0	R/W-x	R/W-0	R-x	R/W-0	R/W-0	R/W-0
—	—	GP5	GP4	GP3	GP2	GP1	GP0
bit 7		bit 0					

Legend:
R = Readable bit
-n = Value at POR
W = Writable bit
'1' = Bit is set
U = Unimplemented bit, read as '0'
'0' = Bit is cleared
x = Bit is unknown

Figura 4: Registro GPIO. Obtenido de [2]

El registro de dirección de datos asociado es TRISIO. Establecer un bit en alto (1) en TRISIO convierte el pin GPIO correspondiente en una entrada, colocando así la salida correspondiente en un modo de alta impedancia. Por el contrario, establecer un bit en bajo (0) en TRISIO convierte el pin GPIO correspondiente en una salida, transfiriendo el contenido del latch de salida al pin seleccionado.

U-0	U-0	R/W-1	R/W-1	R-1	R/W-1	R/W-1	R/W-1
—	—	TRISIO5 ^(2,3)	TRISIO4 ⁽²⁾	TRISIO3 ⁽¹⁾	TRISIO2	TRISIO1	TRISIO0
bit 7							
							bit 0

Legend:
R = Readable bit
-n = Value at POR
W = Writable bit
'1' = Bit is set
U = Unimplemented bit, read as '0'
'0' = Bit is cleared
x = Bit is unknown

Figura 5: Registro TRISIO. Obtenido de [2]

Para este laboratorio se utiliza como entrada GP4, en este caso, el bit correspondiente en TRISIO siempre se leerá como '1'.

2.6 Componentes electrónicos complementarios

2.6.1 Decodificador BCD a 7 segmentos

La finalidad de este componente reside en traducir las señales recibidas desde el microcontrolador con el fin de presentar el número aleatorio en las dos pantallas de siete segmentos. Para llevar a cabo esta tarea, se emplea el código BCD (Decimal Codificado en Binario) [1], el cual organiza los bits en grupos de cuatro para representar cada valor del 0 al 9. Es importante destacar que el valor máximo representable en un dígito decimal es 9. La utilización de este decodificador resulta especialmente idónea para exhibir números en un rango de 0 a 9 en un display de siete segmentos. Gracias a esta capacidad de codificación, se logra una representación eficiente y precisa de los números generados aleatoriamente en las pantallas correspondientes. La lógica subyacente en el uso de códigos BCD facilita la interpretación y visualización de información numérica de manera clara y efectiva en el entorno de un sistema de siete segmentos.

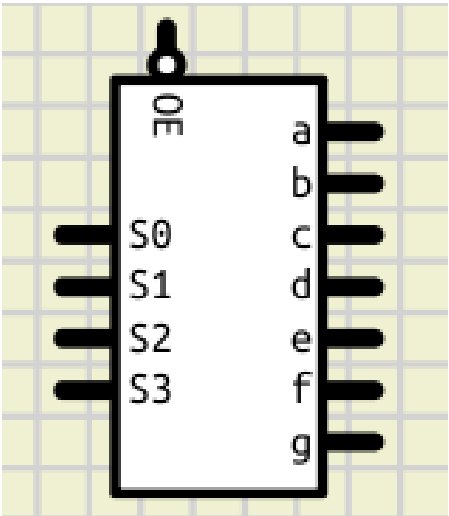


Figura 6: Decodificador BCD.

2.6.2 Display de 7 segmentos

Para asegurar una conexión apropiada de estos displays, se requiere la inserción de una resistencia en serie con cada uno de ellos. Esta medida tiene como objetivo limitar la corriente que fluye a través de cada LED, garantizando su correcto funcionamiento y prolongando su vida útil. En este contexto específico, se deben incorporar un total de 7 resistencias, una para cada segmento del display de siete segmentos.

En el caso de la configuración de un display de ánodo común, se establece que el pin común se conecta a la alimentación positiva (+). Por ende, se debería conectar el terminal negativo (-) de cada uno de los segmentos (a – g) a través de las correspondientes resistencias.

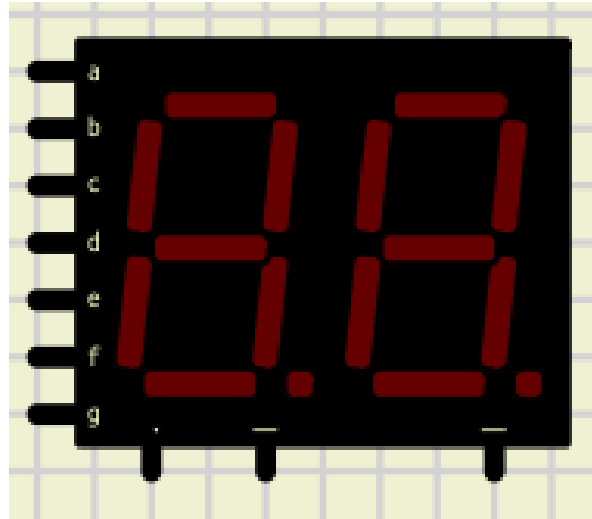


Figura 7: Display de 7 segmentos doble.

2.6.3 Inversor

Este componente se encarga de invertir la señal que pasa por a través de él, de esta manera cuando una señal está en alto pasa a estar en bajo.

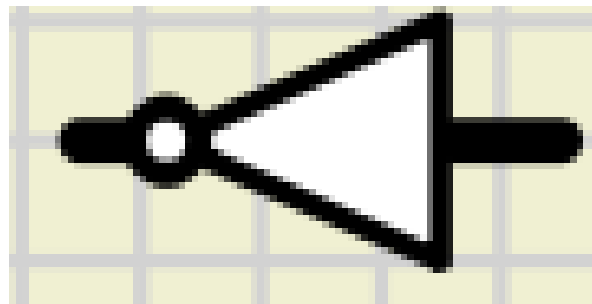


Figura 8: Inversor.

2.6.4 Push Button

Componente que cumple la función de un switch, se encarga de permitir el paso de corriente únicamente cuando se presiona.

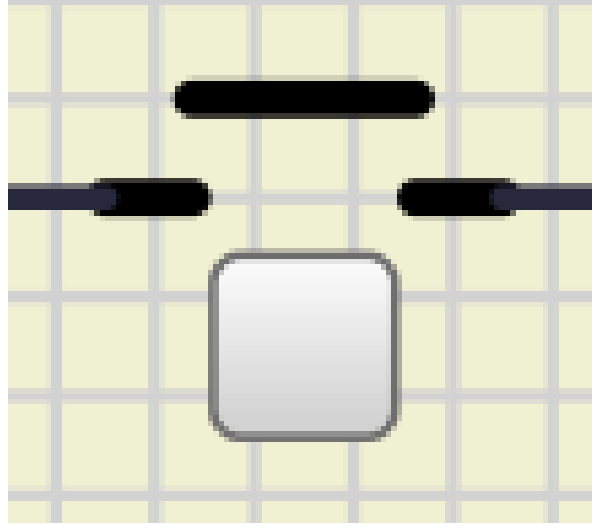


Figura 9: Push button.

2.7 Diseño de circuito

El circuito se encarga de simular un juego de bingo, para ello el circuito se encargará de estar generando números aleatorios entre el 00 y el 99. Una vez que el botón es pulsado, se imprime en el display de 7 segmentos el valor obtenido aleatoriamente, así mismo cada valor es almacenado en una lista del tamaño de la cantidad de bolas disponibles para llevar un registro que permita evitar que salgan números repetidos.

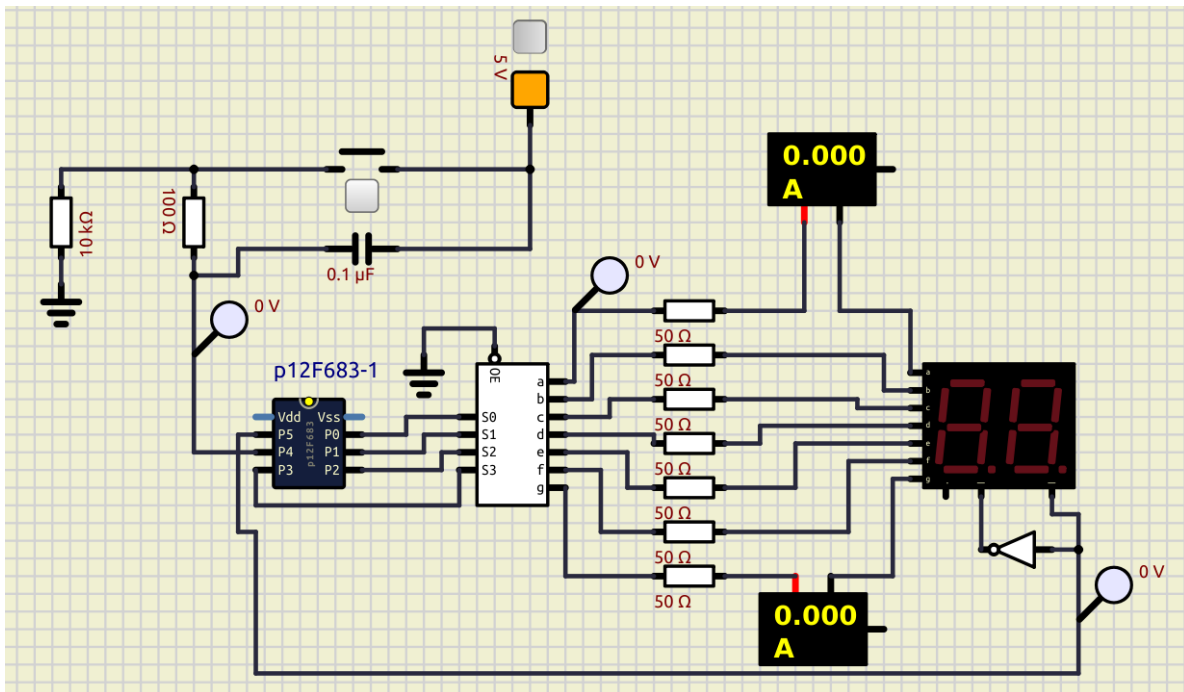


Figura 10: Circuito de tómbola.

Para el botón pulsador se implementó la configuración de Pull Down para propagar los 5V de la fuente fija de tensión y una resistencia de $100\ \Omega$ para proteger el pin GP4 de altas corrientes.

Los botones pulsadores tienen la particularidad de generar corrientes de retorno en algunas situaciones cuando se presionan, esto también suele incrementarse conforme se utilice el botón, por lo que se implementa el filtro RC para evitar estos rebotes hacia el microcontrolador y así extender su vida útil.

La implementación del display doble de 7 segmentos también debe de tomar en cuenta la corriente máxima por segmento permitida. Para garantizar que esta corriente no llegue a deteriorar el dispositivo, se implementan resistencias de $50\ \Omega$ antes

Se empleó un inversor entre los catetos del display con el propósito de generar números diferentes entre ellos. Esto se logra debido a que están directamente conectados al pin GP5, el cual envía una señal para determinar cuál displays mostrará el número aleatoriamente generado. El pin GP5 fue seleccionado para esta tarea debido a la facilidad de mantener la concordancia entre los pines disponibles para conexión con el P12F683 con el BCD y agilizar el ruteo de las señales. Debido a este mismo motivo fue seleccionado el GP4 como entrada.

Este comportamiento es posible debido a un bucle **while** que nunca se detiene en donde previamente fue definido $TRISIO = 0b00010000$ y $GPIO = 0X00$, definiendo GP4 como entrada por defecto y poniendo todos los pines en estado bajo.

3.1 Diagrama de flujo

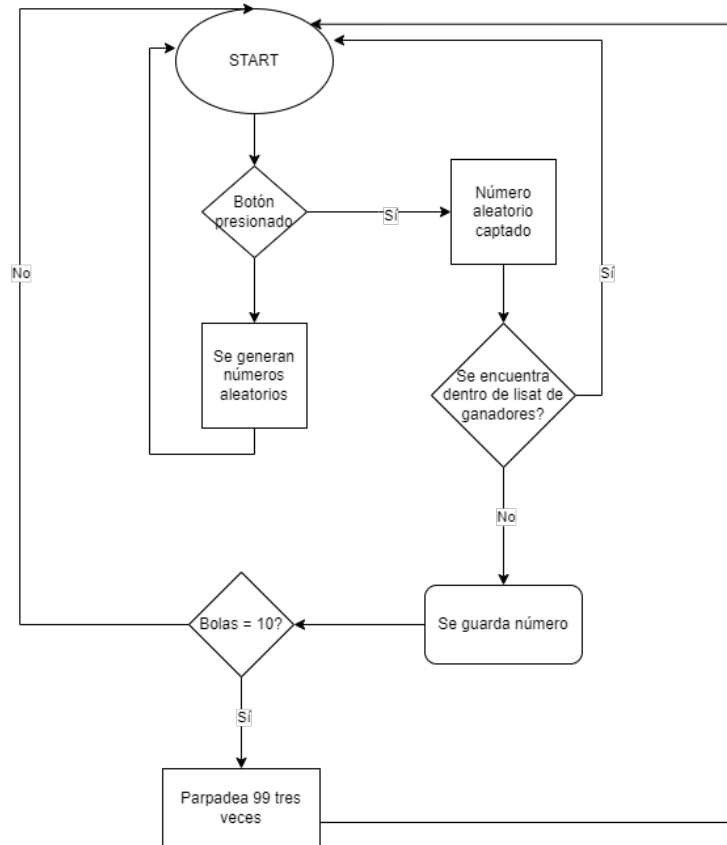


Figura 13: Diagrama de flujo de programa.

4 Conclusiones y recomendaciones

Durante el desarrollo de este laboratorio, se aplicaron diversos conceptos previamente abordados en diferentes clases de electrónica, como la configuración pull down y el uso de un circuito RC para mitigar el efecto rebote del interruptor. Además, se llevó a cabo una investigación detallada sobre la selección y aplicación de un decodificador, considerando la cantidad de entradas requeridas para el adecuado funcionamiento de un display de 7 segmentos doble. Se profundizó en la comprensión de estos conceptos y en su implementación efectiva en el circuito.

Un aspecto clave en el proceso fue la lectura minuciosa de las hojas de especificaciones de los componentes utilizados, en especial del PIC12f683 y del display de LEDs de 7 segmentos. Este análisis permitió comprender su funcionamiento, así como las salidas y entradas correspondientes, facilitando la correcta configuración de los mismos. Además, se prestó especial atención a las especificaciones técnicas, como tensión, corriente, potencia máxima y mínima, para asegurar el óptimo desempeño de los componentes. En el caso del display, se implementaron resistores en cada una de sus entradas para proteger los segmentos de los LEDs.

Se logró implementar exitosamente el funcionamiento de un bingo, recreando el efecto de una tómbola mediante la generación de números aleatorios. La simulación de la selección de una bola, junto con su respectivo número y la revisión de que no fuera repetido, se logró de manera efectiva mediante el uso del botón, demostrando así la aplicación práctica de los conceptos aprendidos en el laboratorio.

A modo de recomendación, es una buena práctica mantener un respaldo del diseño de SimulIDE ya que durante el desarrollo de ésta práctica se tuvo que realizar dos veces el diseño ya que por motivos desconocidos, una vez completado el diseño y reabierto en otro momento se produjo un **segmentation error** al intentar abrir el archivo .sim1.

5 Bibliography

Referencias

- [1] iRobot. *Decodificadores de BCD a 7 segmentos*. Accedido el 10 de enero de 2024. s/a.

- [2] *PIC12F683*. Accedido el 10 de enero de 2024. Microchip. 2023. URL: https://ww1.microchip.com/downloads/en/devicedoc/41211d_.pdf.

6 Apéndices