

Universidad de Costa Rica

Facultad de Ingeniería

Escuela de Ingeniería Eléctrica

IE0624 – Laboratorio I

III ciclo 2023

Título: Introducción a microcontroladores y manejo de  
GPIOs

Estudiante: Josué Salmerón Córdoba

Grupo 1

Profesor: Marco Villalta

6 de enero de 2024

# Índice

1. Resumen	1
2. Nota teórica	2
3. Desarrollo/Análisis	6
4. Diseño	7
5. Lista de equipos	8
6. Lista de componentes	9
7. Anexos	11

## Índice de figuras

1.	Pines del PIC12F765. Tomado de [?]	2
2.	Diagrama de bloques del PIC12F765. Tomado de [?]	3
3.	Representación de los 7 segmentos. Tomado de [?]	4
4.	Otros pines del display de 7 segmentos.	4
5.	Control del efecto rebote. Tomado de [?]	5
6.	Inversor. Elaboración propia.	6
7.	Filtro RC para evitar rebote.	6

# Índice de tablas

1.	Registros importantes . . . . .	3
2.	Lista de equipos . . . . .	6
3.	Lista de equipos . . . . .	8
4.	Lista de componentes . . . . .	9

# 1. Resumen

(Aquí va el resumen cuando se trata del reporte, en el prereporte NO)

## ***Palabras clave***

palabras,clave,separadas, por,coma (solo en el reporte)

## 2. Nota teórica

Con base a lo sugerido en el enunciado del laboratorio, en esta sección se muestran los componentes que se usarán en el diseño de la tombola de bingo.

### Microcontrolador PIC12F675

Se trata de un microcontrolador CMOS de 8 bits que tiene 8 pines fabricado por Microchip. Con arquitectura RISC usa 35 instrucciones para aprender, tiene una Flash de 8 bits contenido en 8 pines, presenta 4 canales para el conversor análogo-digital de 10 bits, 1 comparador análogo y una memoria EEPROM de 128 bytes [1]. Ahora, se mostrarán más detalles de este microcontrolador y así conocer funciones más específicas de éste.

#### Características generales

La mayoría de los pines en un microcontrolador son GPIOs, solo que para el caso del PIC12F675, los pines  $V_{DD}$  y  $V_{SS}$  (y otros como entradas de reloj) no lo son. Así, detallando un poco más las funciones de los pines se tiene lo siguiente.

- Pin GP0/AN0/CIN+: funciona como entrada o salida, es una entrada análoga para el A/D y para el comparador.
- Pin GP1/AN1/CIN-/Vref: funciona como entrada o salida, es una entrada análoga para el A/D y para el comparador. Se le puede configurar un voltaje de referencia para el A/D.
- GP2/AN2/T0CKI/INT/COOUT: funciona como entrada o salida, es una entrada análoga para el A/D, es un entrada de reloj para el TMRO. Activa una interrupción por un flanco externo, es una salida digital para el comparador.
- GP3/  $\overline{MCLR}$ /VPP: solo puede funcionar como entrada y como **Master Clear Reset**.
- GP4/AN3/ $\overline{T1G}$ /OSC2/CLKOUT: funciona como entrada o salida, es una entrada para el A/D, el TMR1 es una compuerta de entrada, se puede conectarle un cristal resonante, es una salida del reloj.
- GP5/T1CKI/OSC1/CLKIN: funciona como entrada o salida, el TMR1 es un entrada de reloj, se puede conectarle un cristal resonante, es una entrada del reloj.

Los pines de este microcontrolador se muestran en la figura 1.

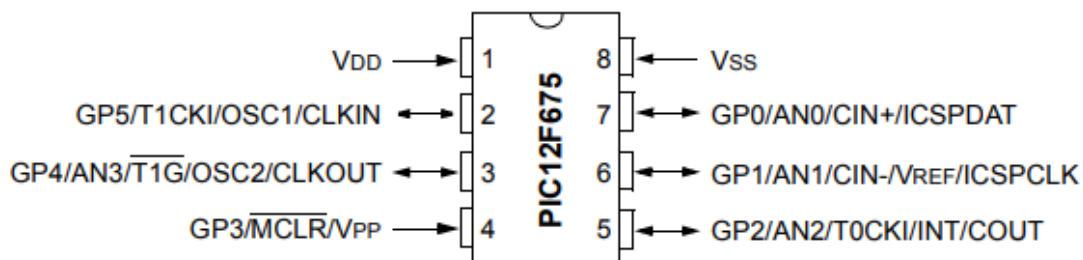


Figura 1: Pines del PIC12F765. Tomado de [?]

El siguiente diagrama de bloques de la figura 2 se muestran los elementos más relevantes de este microcontrolador tales como la memoria flash, el contador, la frecuencia de oscilación, una ALU, el convertidor A/D, comparador, los temporizadores.

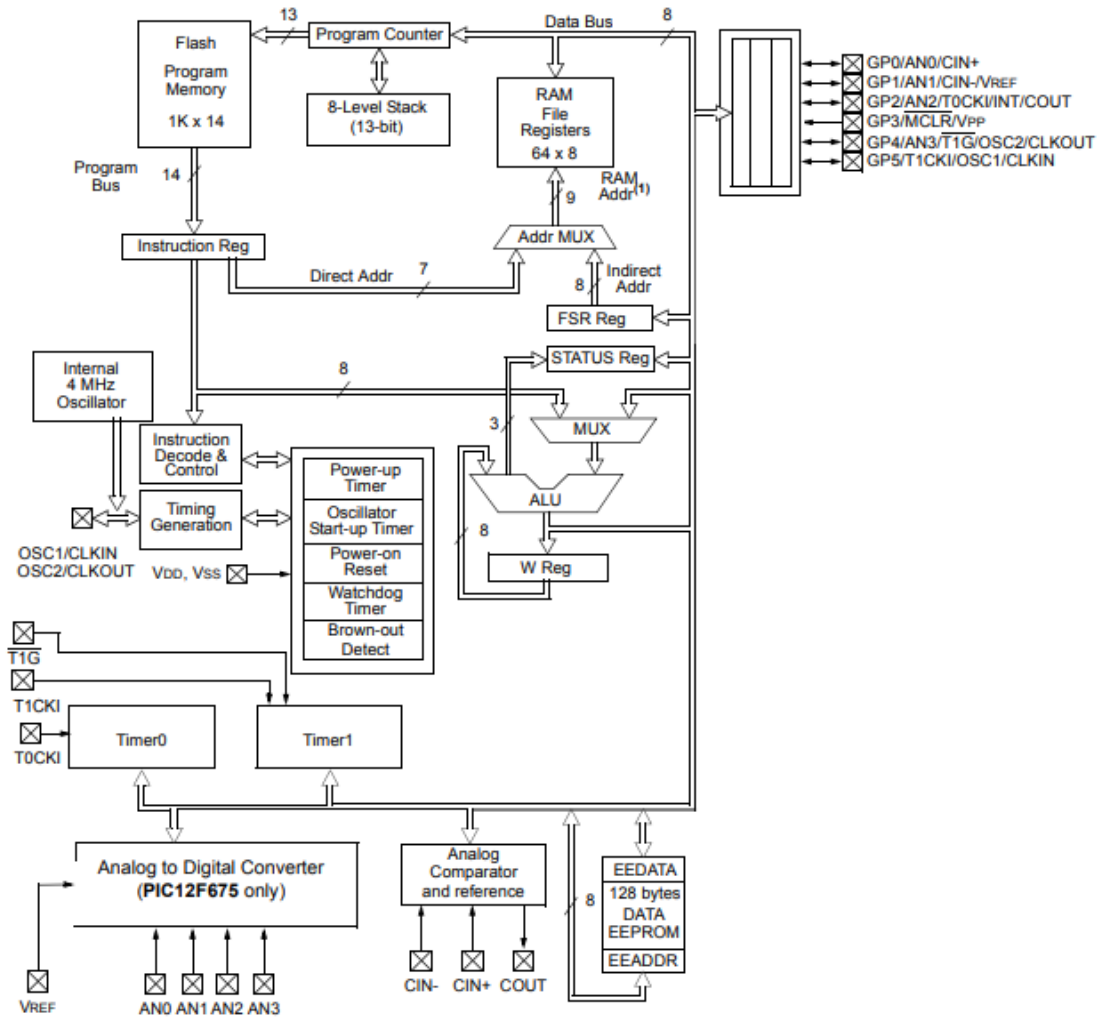


Figura 2: Diagrama de bloques del PIC12F765. Tomado de [?]

Este microcontrolador tiene 32 registros para funciones especiales, algunos registros relevantes son: GPIO pines generales, TRISIO dice si un pin es entrada o salida, ANSEL indica si una señal es analógica o digital, CMCON trabaja con los comparadores, VRCON, deshabilita la referencia interna de la tensión eléctrica.

Tabla 1: Registros importantes

Nombre	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0
GPIO	-	-	GPIO5	GPIO4	GPIO3	GPIO2	GPIO1	GPIO0
TRISIO	-	-	TRISIO5	TRISIO4	TRISIO3	TRISIO2	TRISIO1	TRISIO0
ANSEL	-	ADCS2	ADCS1	ADCS0	ANS3	ANS2	ANS1	ANS0
CMCON	-	COUT	-	CINV	CIS	CM2	CM1	CM0
VRCON	VREN	-	VRR	-	VR3	VR2	VR1	VR0

## Componentes electrónicos complementarios

### Display de 7 segmentos

Es un arreglo de 7 LEDS y otro LED para el punto decimal, permite mostrar números del 0-9 y letras A-F [?], tal como se muestra en la figura 3. Con ayuda de dos de estos componentes será posible mostrar los números del 00 al 99. Con ayuda del simulador SimulIDE fue posible configurarlo para añadir otra pantalla, ahora, note que posee 10 pines, los 7 de la izquierda representan las letras a-g y los otros pines que están en la parte de abajo es el cátodo y el ánodo común y el punto decimal, esto se presenta en la figura 4.

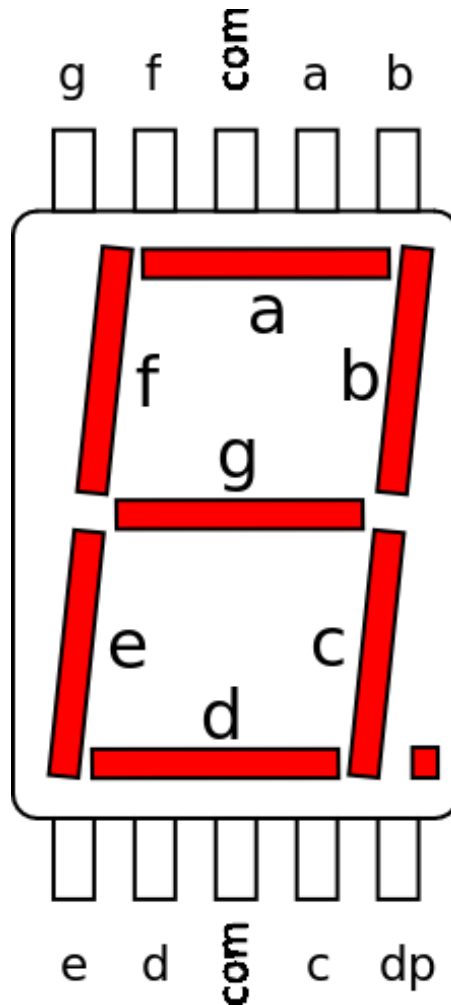


Figura 3: Representación de los 7 segmentos. Tomado de [?]

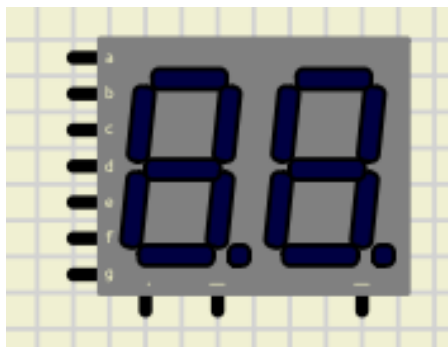


Figura 4: Otros pines del display de 7 segmentos.



Dos detalles importantes a tener en cuenta son: saber como escribir los números y la protección de los LEDS de cada segmento. En cuanto a la escritura basta con saber que para lograr esto alguna de las letras debe estar en alto, así realizando la combinación respectiva se logra mostrar el número deseado. El otro detalle es que el display del simulador dice que la corriente máxima es de 0,02 A, más adelante en la sección de diseño se mostrarán estos cálculos.

## Decodificador BCD 7S

Si bien es cierto el PIC12F675 tiene muy pocos pines, y no es posible conectarle un display de 7 segmentos, por tanto, hay que usar un decodificador BCD de 7 segmentos. Este componente proporciona las funciones de un latch de almacenamiento de 4 bits, un decodificador 8421 BCD a siete segmentos y una capacidad de unidad de salida [?].

## Botón

También conocido como switch, será de gran utilidad porque a la hora de presionarlo el circuito (o la tombola) mostrará los números aleatorios. Esto es un componente mecánico y eléctrico, se estudió en clase que a la hora de presionarlo tiene un efecto de rebote, esta acción hace que se generen lecturas falsas, por lo que se tienen que filtrar, en ese sentido hay que considerar la frecuencia de oscilación del microcontrolador en uso, para este caso corresponde a 4 MHz. Y realizar la siguiente conexión:

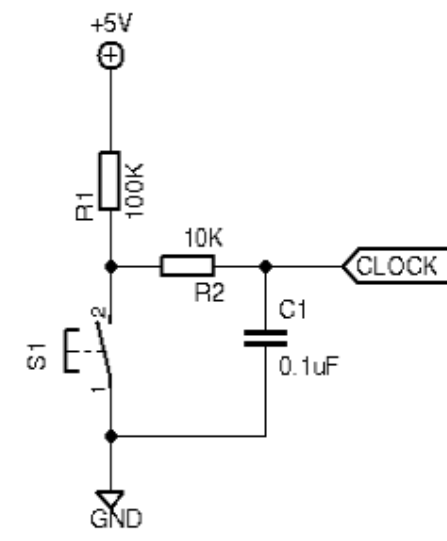


Figura 5: Control del efecto rebote. Tomado de [?]

Al tener en cuenta esta conexión el microcontrolador no se verá forzado a esperar 50 ms para que se eliminen los rebotes y continuar con el programa, realmente no es una buena práctica pues mantiene el microcontrolador esperando que pase el delay [?]. En ese sentido, sabiendo la frecuencia de oscilación hay que considerar las magnitudes de las resistencias y el de la capacitancia para evitar estos rebotes. Esto se detallará en la sección de diseño.

## Inversor

Es intuitivo pensar que este componente lo que hará es ver el estado actual de una señal y aplicarle su inversa, es decir, si está en bajo, ahora estará en alto y viceversa.

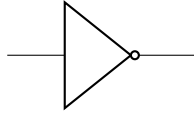


Figura 6: Inversor. Elaboración propia.

## Lista de componentes

La tabla 2 resume el costo de cada componente a usar para el diseño del bingo.

Tabla 2: Lista de equipos

Equipo	Precio	Cantidad
PIC12F675	-	-
<b>Total</b>		15\$

## Diseño del circuito

Inicialmente se construyó el filtro RC mostrado en la figura 5, esto para evitar el efecto rebote en el circuito, por este motivo se consideró la frecuencia de oscilación de 40 MHz, así:

$$\tau = R \cdot C = 40 \cdot 20 \cdot 10 \times 10^{-12} = 8 \text{ ns} \quad (1)$$

Con base al resultado de la ecuación 1, es posible evitar las lecturas falsas en el circuito. Esta sección del circuito se aprecia en la figura 7

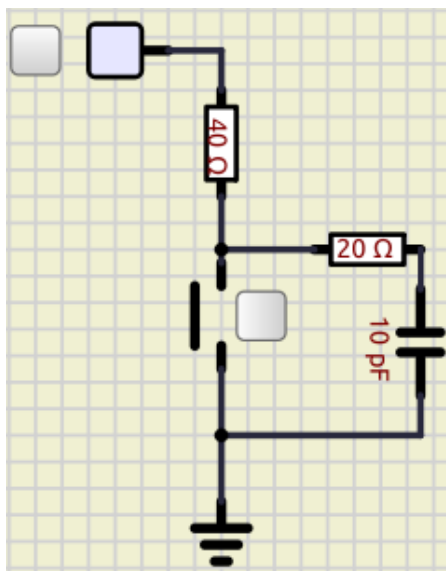


Figura 7: Filtro RC para evitar rebote.

Lo siguiente que se hizo fue revisar las especificaciones del display de 7 segmentos que brinda SimulIDE, en especial la corriente máxima que éste componente posee, que es de 0,02 A, entonces al conectarle una fuente de alimentación de 5 V, y una resistencia eléctrica de 175  $\Omega$ ,

note que los LEDs del display le están llegando la corriente adecuada tal como se muestra en la figura ??.

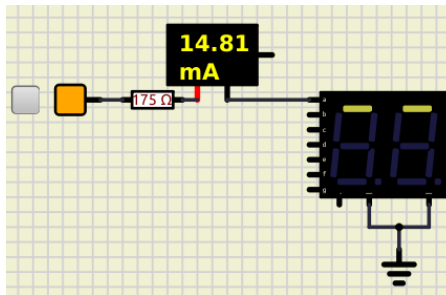


Figura 8: Protección de los LEDs

### 3. Desarrollo/Análisis

## 4. Diseño

Aquí va toda la explicación que utilizaron para su diseño, figuras y simulaciones.  
Las ecuaciones deben ir referenciadas como se observa en la ecuación 2

$$f = \frac{1}{0,693 * C * (R + 2P)} \quad (2)$$

## 5. Lista de equipos

La lista de equipos utilizados en el experimento se muestra

Tabla 3: Lista de equipos

<b>Equipo</b>	<b>Modelo</b>	<b>Sigla</b>
Osciloscopio Digital	TEKTRONIX TDS109B	280583
Generador de Señales	Agilent 332100A	343474
Medidor multifunción	Agilent 33405A	329742
Fuente DC Digital	Agilent E3630A	193388
Fuente DC Analógica	TEKTRONIX CPS250	326004

## 6. Lista de componentes

La lista de componentes utilizados en el experimento se muestra en la Tabla 2.

Tabla 4: Lista de componentes

Componente	Sigla	Valor nominal	Valor real	Potencia
Resistor	$R_1$	1 k $\Omega$	946.7 $\Omega$	0.25 W
Resistor	$R_2$	2 k $\Omega$	2.04 k $\Omega$	0.25 W
Potenci3metro	P1	10 k $\Omega$	5.27 k $\Omega$	0.25 W
Potenci3metro	P2	5 k $\Omega$	111.13 $\Omega$	0.25 W
Capacitor	$C_{aux}$	100 nF	97.8 nF	—
Capacitor	Cx	100 nF	92.8 nF	—
Diodo LED (5)	—	—	—	—
Aceler3metro ADXL335	ADXL335	—	—	—
LM555 (2)	LM555	—	—	—
CD4017	CD4017	—	—	—
LM311	LM311	—	—	—

## Referencias

- [1] Sigma. Sigma electrónica. Sigma, <https://www.sigmaelectronica.net/producto/pic12f683-ip/>, Agosto 2017. Accedido en enero de 2024.

## **7. Anexos**

Aquí van las hojas del fabricante y cualquier cosa extra como cálculos hechos a mano, entre otros.



Curva de transferencia

