

Universidad de Costa Rica

Facultad de Ingeniería

Escuela de Ingeniería Eléctrica

IE-0624 – Laboratorio de Microcontroladores

III ciclo 2023

Laboratorio 1

# Introducción a microcontroladores y manejo de GPIOS

Estudiante:

Alonso José Jiménez Anchía B63561

Profesor:

MSc. Marco Villalta Fallas

Fecha de entrega:

10 de enero, 2024

# Índice

<b>1. Resumen</b>	<b>1</b>
<b>2. Nota teórica</b>	<b>2</b>
2.1. MCU PIC12F68 . . . . .	2
2.2. Características eléctricas . . . . .	2
2.3. Periféricos utilizados . . . . .	2
2.4. Componentes electrónicos complementarios . . . . .	2
2.4.1. Display de 7 segmentos . . . . .	2
<b>3. Desarrollo</b>	<b>3</b>
3.1. Diseño . . . . .	3
3.1.1. Diseño del circuito en software simulIDE . . . . .	3
3.2. Análisis de resultados . . . . .	4
<b>4. Conclusiones y recomendaciones</b>	<b>5</b>
<b>5. Bibliografía</b>	<b>6</b>
<b>6. Apéndices</b>	<b>7</b>

# 1. Resumen

En el presente laboratorio consiste en la simulación del juego bingo utilizando el microcontrolador (MCU) PIC12F683, un botón, resistencias, dos displays de 7 segmentos y dos Latch Decoders Drivers CD4511 para el poder enviar la cantidad de señales adecuadas a los displays. El MCU tiene capacidades muy limitadas, lo que fue un gran reto al enfrentarse a los recursos como lo fue la poca memoria o su poca capacidad y flexibilidad para podersele implementar ciertas bibliotecas en language c que podrían haber hecho el código más fácil.

El logro más importante fue el representar números aleatorios en 2 displays de 7 segmentos. Estos se controlaron a través de sus pines de entrada que daban directo a los LEDs que encendían el enviar señales en estado alto a través de un algoritmo desarrollado en c.

Se puede visitar el repositorio en donde se desarrolló el laboratorio en el siguiente enlace:

<https://github.com/alo96jose/Microcontrollers-Labs.git>

## 2. Nota teórica

### 2.1. MCU PIC12F68

Durante el desarrollo de este laboratorio, se utilizó un microcontrolador PIC12F683 con CPU RISC de alto rendimiento. El MCU posee 8 bits, representado en 8 pins basados en memoria flash además de ser un microcontrolador CMOS con tecnología NanoWatt [1].

Algunas características importantes que menciona su hoja de datos es que tiene un amplio rango de operación en tensión (2V-5.5V), 6 I/O pins configurables para entrada o salida, con excepción del pin3 que es solo para entrada, 35 instrucciones en total, 2 relojes, entre otras [1].

La tensión en los pines de este MCU es aproximada a la con que se alimenta el mismo para su funcionamiento, con diferencia de 0.3V en el peor de los casos. También, la corriente aproximada que puede salir de sus pines es de 25mA [1]. Estos pines son de suma importancia porque con ellos se le estará enviando señales a los display de 7 segmentos, y como es fácil de apreciar, alguna maniobra debe hacerse porque apenas son 5 pines para 7 entradas en el display, es decir, se necesitan más pines el MCU, pero hay técnicas para sobreponerse al problema.

### 2.2. Características eléctricas

#### Absolute Maximum Ratings<sup>(†)</sup>

Ambient temperature under bias.....	-40° to +125°C
Storage temperature .....	-65°C to +150°C
Voltage on V <sub>DD</sub> with respect to V <sub>SS</sub> .....	-0.3V to +6.5V
Voltage on $\overline{\text{MCLR}}$ with respect to V <sub>SS</sub> .....	-0.3V to +13.5V
Voltage on all other pins with respect to V <sub>SS</sub> .....	-0.3V to (V <sub>DD</sub> + 0.3V)
Total power dissipation <sup>(†)</sup> .....	800 mW
Maximum current out of V <sub>SS</sub> pin .....	95 mA
Maximum current into V <sub>DD</sub> pin .....	95 mA
Input clamp current, I <sub>IK</sub> (V <sub>I</sub> < 0 or V <sub>I</sub> > V <sub>DD</sub> ).....	± 20 mA
Output clamp current, I <sub>OK</sub> (V <sub>O</sub> < 0 or V <sub>O</sub> > V <sub>DD</sub> ).....	± 20 mA
Maximum output current sunk by any I/O pin.....	25 mA
Maximum output current sourced by any I/O pin .....	25 mA
Maximum current sunk by GPIO .....	90 mA
Maximum current sourced GPIO.....	90 mA

**Note 1:** Power dissipation is calculated as follows:  $P_{DIS} = V_{DD} \times \{I_{DD} - \sum I_{OH}\} + \sum \{(V_{DD} - V_{OH}) \times I_{OH}\} + \sum (V_{OL} \times I_{OL})$ .

† NOTICE: Stresses above those listed under "Absolute Maximum Ratings" may cause permanent damage to the device. This is a stress rating only and functional operation of the device at those or any other conditions above those indicated in the operation listings of this specification is not implied. Exposure above maximum rating conditions for extended periods may affect device reliability.

Figura 1: Características eléctricas del PIC tomada de [1].

### 2.3. Periféricos utilizados

### 2.4. Componentes electrónicos complementarios

#### 2.4.1. Display de 7 segmentos



### 3.2. Análisis de resultados

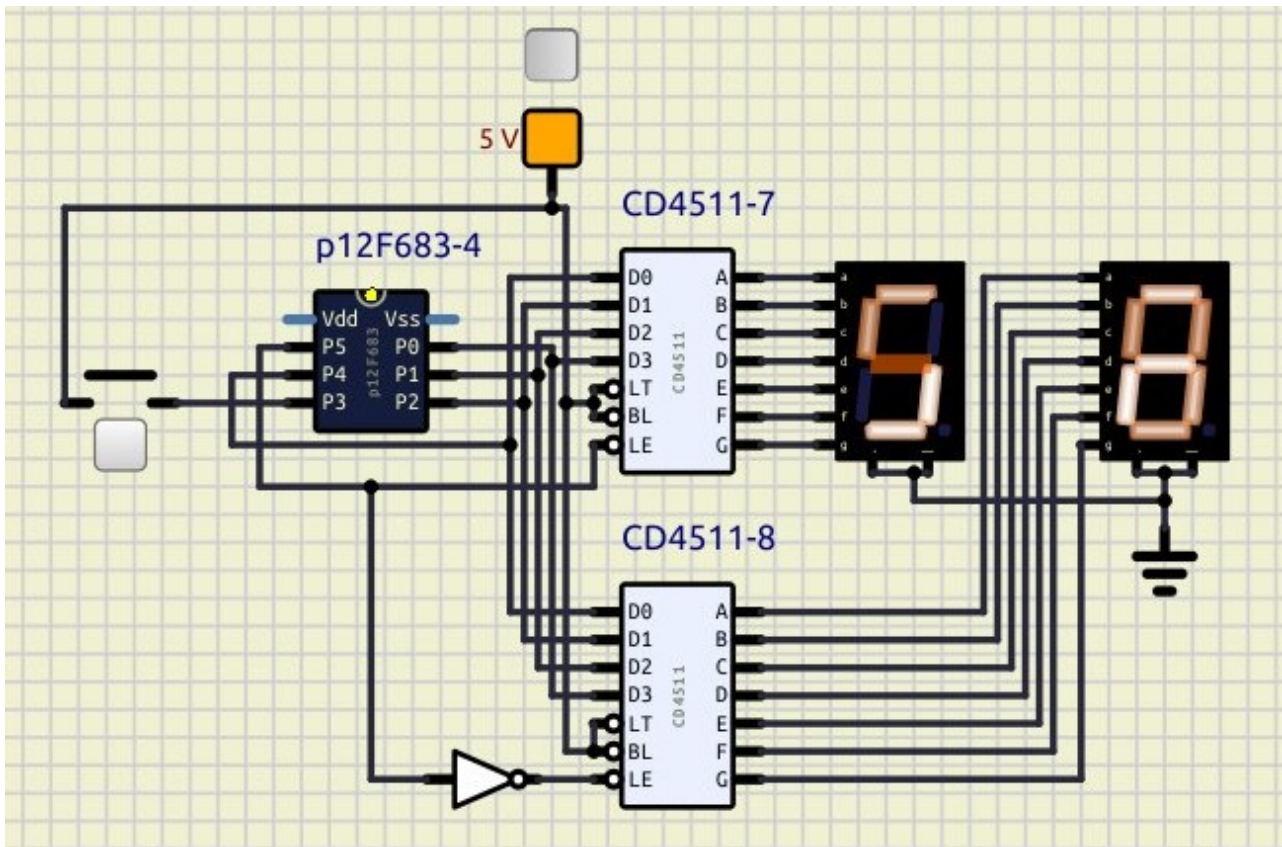


Figura 3: Circuito eléctrico en funcionamiento mostrando el número aleatorio 58 en pantallas.

## 4. Conclusiones y recomendaciones

1. Se aprendió mucho respecto al control básico del MCU PIC12F683 como lo fue el control de sus puertos I/O a través del language c.
2. Se logró desplegar en 2 pantallas de 7 segmentos, 2 números respectivamente, cuya unión forma un número aleatorio.
3. A pesar de todos los intentos por optimizar el código, la falta de memoria fue un gran problema para cumplir con los requisitos de no repetir el número aleatorio, la presentación del 99 al final de un juego y la inicialización de las variables.
4. Queda pendiente informarse sobre más componentes electrónicos que puedan ayudar a hacer más eficiente el circuito eléctrico; esto permitirá no utilizar grandes cantidades de código.

## 5. Bibliografía

### Referencias

- [1] Microchip Technology Incorporated. Microcontroller pic12f683, howpublished = <https://www.microchip.com/en-us/product/pic12f683>, year = [2007].



## 6. Apéndice

RoHS Compliant Product

A suffix of "-C" specifies halogen & lead-free

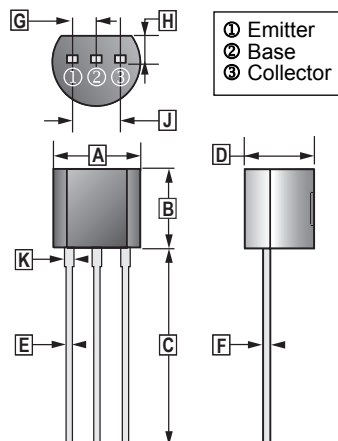
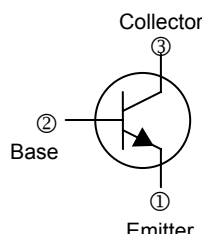
## FEATURE

Complementary PNP type available 2N2907A

## PACKAGING INFORMATION

Weight: 0.2056 g

## TO-92



REF.	Millimeter	
	Min.	Max.
A	4.40	4.70
B	4.30	4.70
C	12.70	-
D	3.30	3.81
E	0.36	0.56
F	0.36	0.51
G	1.27 TYP.	
H	1.10	-
J	2.42	2.66
K	0.36	0.76

## ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS (at $T_A = 25^\circ\text{C}$ unless otherwise specified)

Parameter	Symbol	Ratings	Unit
Collector to Base Voltage	$V_{CBO}$	75	V
Collector to Emitter Voltage	$V_{CEO}$	40	V
Emitter to Base Voltage	$V_{EBO}$	6	V
Collector Current – Continuous	$I_C$	600	mA
Collector Power Dissipation	$P_C$	625	mW
Junction, Storage Temperature	$T_J, T_{STG}$	+150, -55 ~ +150	$^\circ\text{C}$

## ELECTRICAL CHARACTERISTICS (at $T_A = 25^\circ\text{C}$ unless otherwise specified)

Parameter	Symbol	Min.	Typ.	Max.	Unit	Test Conditions
Collector-Base Breakdown Voltage	$V_{(BR)CBO}$	75	-	-	V	$I_C = 10\mu\text{A}, I_E = 0$
Collector-Emitter Breakdown Voltage	$V_{(BR)CEO}$	40	-	-	V	$I_C = 10\text{mA}, I_B = 0$
Emitter-Base Breakdown Voltage	$V_{(BR)EBO}$	6	-	-	V	$I_E = 10\mu\text{A}, I_C = 0$
Collector Cut-off Current	$I_{CBO}$	-	-	10	nA	$V_{CB} = 60\text{V}, I_E = 0$
Collector Cut-off Current	$I_{CEX}$	-	-	10	nA	$V_{CE} = 60\text{V}, V_{EB(Off)} = 3\text{V}$
Emitter Cut-off Current	$I_{EBO}$	-	-	100	nA	$V_{EB} = 3\text{V}, I_C = 0$
DC Current Gain	$h_{FE(1)}$	100	-	300		$V_{CE} = 10\text{V}, I_C = 150\text{mA}$
	$h_{FE(2)}$	40	-	-		$V_{CE} = 10\text{V}, I_C = 0.1\text{mA}$
	$h_{FE(3)*}$	42	-	-		$V_{CE} = 10\text{V}, I_C = 500\text{mA}$
Collector-Emitter Saturation Voltage	$V_{CE(sat)(1)*}$	-	-	0.6	V	$I_C = 500\text{mA}, I_B = 50\text{mA}$
	$V_{CE(sat)(2)*}$	-	-	0.3	V	$I_C = 150\text{mA}, I_B = 15\text{mA}$
Base-Emitter Saturation Voltage	$V_{BE(sat)*}$	-	-	1.2	V	$I_C = 500\text{mA}, I_B = 50\text{mA}$
Delay Time	$t_d$	-	-	10	nS	$V_{CC} = 30\text{V}, V_{EB(Off)} = -0.5\text{V}, I_C = 150\text{mA}, I_{B1} = 15\text{mA}$
Rise Time	$t_r$	-	-	25	nS	
Storage Time	$t_s$	-	-	225	nS	$V_{CC} = 30\text{V}, I_C = 150\text{mA}, I_{B1} = I_{B2} = 15\text{mA}$
Fall Time	$t_f$	-	-	60	nS	
Transition Frequency	$f_T$	300	-	-	MHz	$V_{CE} = 20\text{V}, I_C = 20\text{mA}, f = 100\text{MHz}$

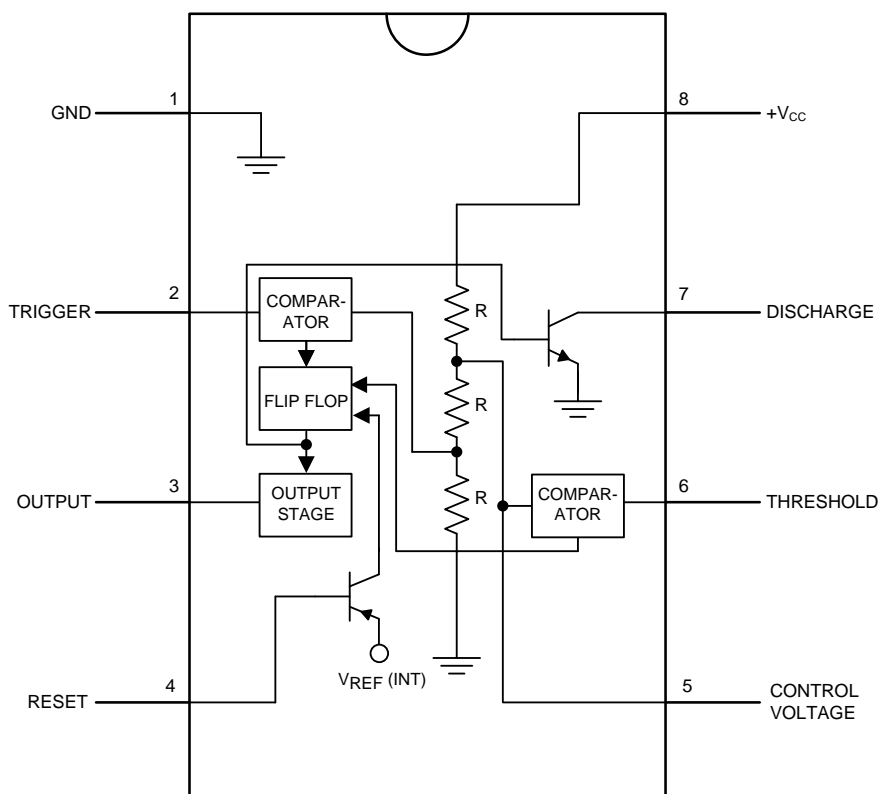
\* Pulse Test

## CLASSIFICATION OF $h_{FE(1)}$

Rank	L	H
Range	100 - 200	200 - 300

## 5 Pin Configuration and Functions

**D, P, and DGK Packages  
8-Pin PDIP, SOIC, and VSSOP  
Top View**



## Pin Functions

PIN		I/O	DESCRIPTION
NO.	NAME		
5	Control Voltage	I	Controls the threshold and trigger levels. It determines the pulse width of the output waveform. An external voltage applied to this pin can also be used to modulate the output waveform
7	Discharge	I	Open collector output which discharges a capacitor between intervals (in phase with output). It toggles the output from high to low when voltage reaches 2/3 of the supply voltage
1	GND	O	Ground reference voltage
3	Output	O	Output driven waveform
4	Reset	I	Negative pulse applied to this pin to disable or reset the timer. When not used for reset purposes, it should be connected to VCC to avoid false triggering
6	Threshold	I	Compares the voltage applied to the terminal with a reference voltage of 2/3 Vcc. The amplitude of voltage applied to this terminal is responsible for the set state of the flip-flop
2	Trigger	I	Responsible for transition of the flip-flop from set to reset. The output of the timer depends on the amplitude of the external trigger pulse applied to this pin
8	V <sup>+</sup>	I	Supply voltage with respect to GND

## CD4047B Types

### CD4047B FUNCTIONAL TERMINAL CONNECTIONS

NOTE: IN ALL CASES EXTERNAL RESISTOR BETWEEN TERMINALS 2 AND 3▲  
EXTERNAL CAPACITOR BETWEEN TERMINALS 1 AND 3▲

FUNCTION	TERMINAL CONNECTIONS			OUTPUT PULSE FROM	OUTPUT PERIOD OR PULSE WIDTH
	TO $V_{DD}$	TO $V_{SS}$	INPUT TO		
Astable Multivibrator:					
Free Running	4,5,6,14	7,8,9,12	—	10,11,13	$t_A(10,11) = 4.40 RC$
True Gating	4,6,14	7,8,9,12	5	10,11,13	$t_A(13) = 2.20 RC^*$
Complement Gating	6,14	5,7,8,9,12	4	10,11,13	
Monostable Multivibrator:					
Positive-Edge Trigger	4,14	5,6,7,9,12	8	10,11	$t_M(10,11) = 2.48 RC$
Negative-Edge Trigger	4,8,14	5,7,9,12	6	10,11	
Retriggerable	4,14	5,6,7,9	8,12	10,11	
External Countdown *	14	5,6,7,8,9,12	—	10,11	

▲ See Text.

\* First positive  $\frac{1}{2}$  cycle pulse-width =  $2.48 RC$ , see Note on Page 3-134.

\* Input Pulse to Reset of External Counting Chip External Counting Chip Output To Terminal 4

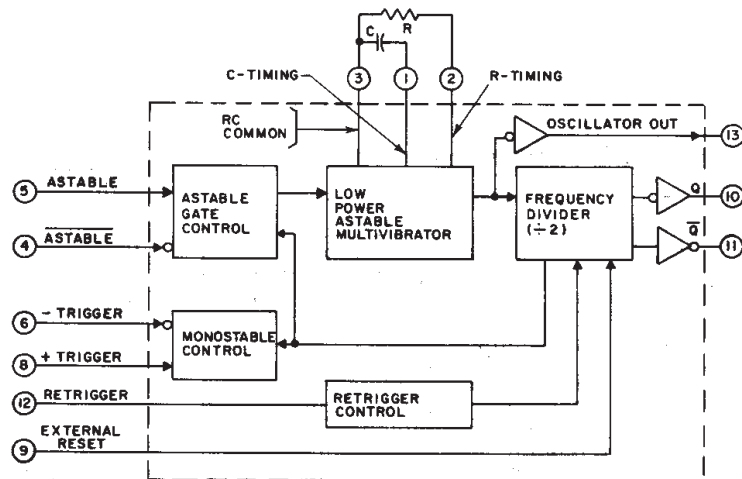


Fig. 1—CD4047B logic block diagram.

92CS-29071

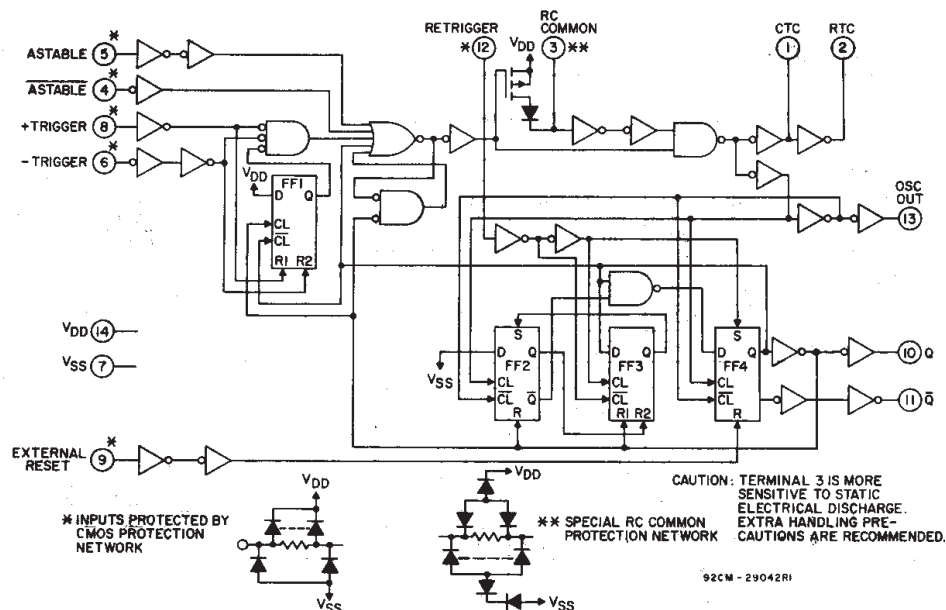


Fig. 2—CD4047B logic diagram.

92CM-29042R1