

Universidad de Costa Rica

Facultad de Ingeniería

Escuela de Ingeniería Eléctrica

IE-0624 Laboratorio de Microcontroladores

I Ciclo 2024

Laboratorio # 1

Introducción a microcontroladores y manejo de GPIOS

Jonathan Rodríguez Hernández, B76490

Grupo: 01

Profesor: MSc. Marco Villalta Fallas

3 de abril del 2023

Índice

1. Introducción	1
1.1. Resumen	1
1.2. Conclusiones importantes	1
2. Nota teórica	2
2.1. Información general MCU	2
2.1.1. Características generales	2
2.1.2. Diagrama de bloques	3
2.1.3. Diagrama de pines	4
2.1.4. Características eléctricas	4
2.2. Periféricos	4
2.2.1. Registro TRISIO	4
2.2.2. Registro GPIO	5
2.2.3. Registro CONFIG	5
2.3. Componentes electrónicos complementarios	5
2.4. Diseño de circuito	6
2.4.1. Configuración de pines	6
2.4.2. Pull-Down	6
2.4.3. Circuito de LEDs	6
2.5. Lista de componentes y precios	7
3. Desarrollo/análisis	8
3.1. Análisis programa	8
3.2. Análisis electrónico	8
4. Conclusiones y recomendaciones	15
5. Bibliografía	16
6. Apéndice	17

1. Introducción

1.1. Resumen

El laboratorio consistió en el desarrollo de un simulador de dado simplificado utilizando LEDs, un botón y el microcontrolador PIC12f683. Se desarrolló el programa del MCU en C, se compiló utilizando SPCC y se simuló utilizando el programa SimulIDE.

1.2. Conclusiones importantes

- Se cumple con los objetivos del laboratorio.
- Es importante tener el esquema del circuito antes del código e ir paso a paso.
- La generación de números aleatorios puede llegar a ser de gran complejidad según el método.

Para la elaboración de este laboratorio se utilizó el siguiente repositorio:

<https://github.com/jodridez/i2024-ie0624.git>

2. Nota teórica

2.1. Información general MCU

2.1.1. Características generales

El PIC12F683 es un microcontroladores CMOS de 8 bits con tecnología nanoWatt. Tiene un CPU RICS de alto rendimiento de 35 instrucciones. En las características periféricas, cuenta con 6 pines de I/O con control de dirección individual. [1]

2.1.2. Diagrama de bloques

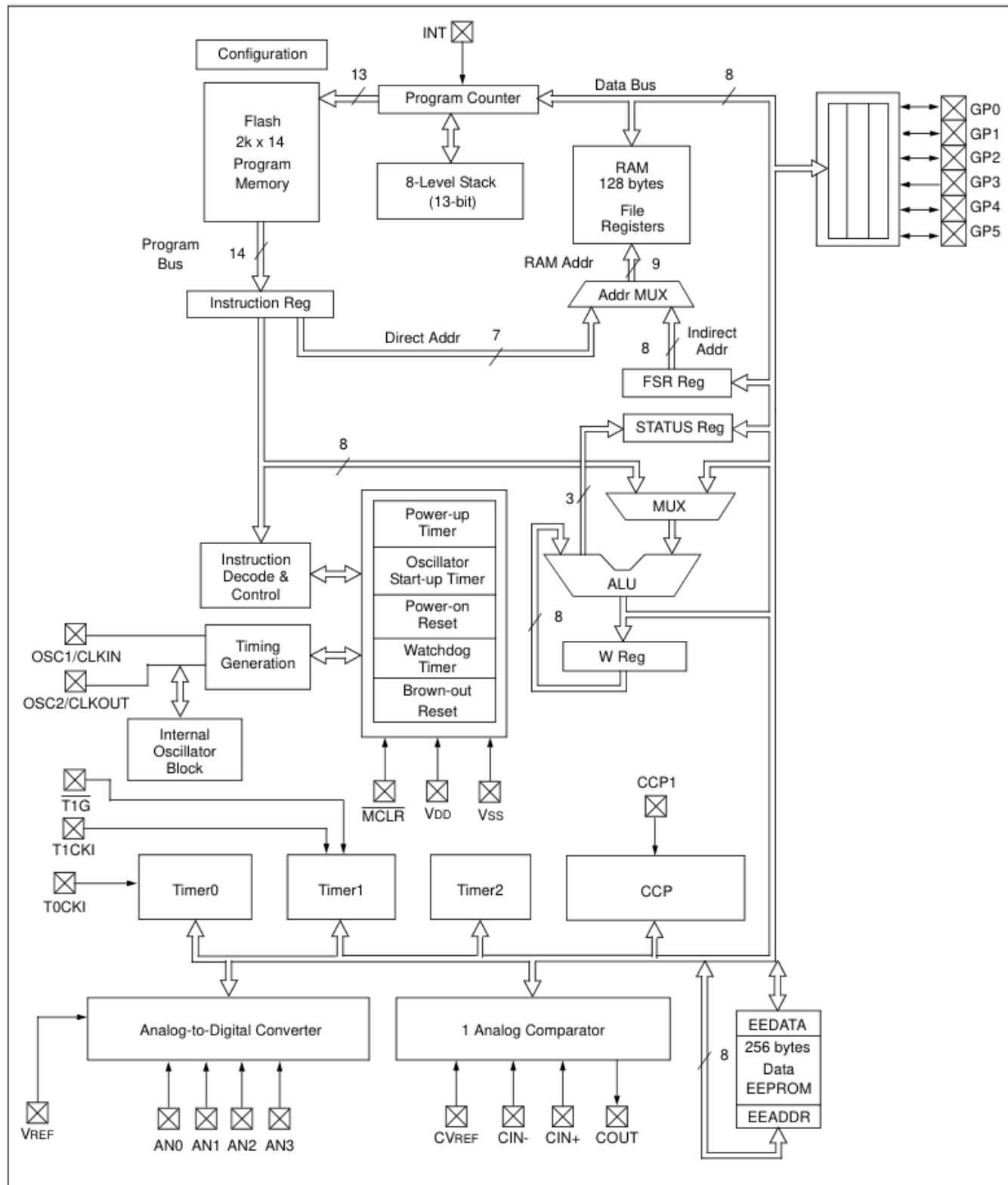


Figura 1: Diagrama de bloques del microcontrolador PIC12F683 [1]

2.1.3. Diagrama de pines

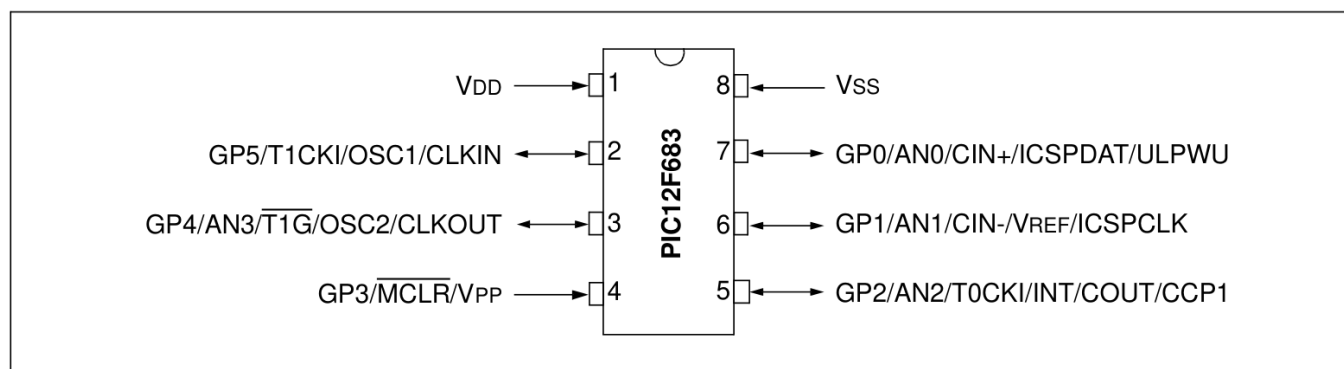


Figura 2: Diagrama de pines (PDIP, SOIC) del microcontrolador PIC12F683 [1]

2.1.4. Características eléctricas

Ambient temperature under bias.....	-40° to +125°C
Storage temperature	-65°C to +150°C
Voltage on VDD with respect to VSS	-0.3V to +6.5V
Voltage on $\overline{\text{MCLR}}$ with respect to Vss	-0.3V to +13.5V
Voltage on all other pins with respect to VSS	-0.3V to (VDD + 0.3V)
Total power dissipation ⁽¹⁾	800 mW
Maximum current out of VSS pin	95 mA
Maximum current into VDD pin	95 mA
Input clamp current, I _{IK} (V _I < 0 or V _I > VDD).....	± 20 mA
Output clamp current, I _{OK} (V _O < 0 or V _O > VDD).....	± 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: $P_{DIS} = V_{DD} \times \{I_{DD} - \sum I_{OH}\} + \sum \{(V_{DD} - V_{OH}) \times I_{OH}\} + \sum (V_{OL} \times I_{OL})$.

Figura 3: Valores máximos absolutos. [1]

Las tensiones superiores a las indicadas en "Valores máximos absolutos" pueden causar daños permanentes en el dispositivo.

2.2. Periféricos

2.2.1. Registro TRISIO

Corresponde al registro de dirección de datos.

Si se activa un bit TRISIO (= 1), el pin GPIO correspondiente se convertirá en una entrada. Al borrar un bit TRISIO (= 0) convertirá el pin GPIO correspondiente en una salida. Una excepción

es GP3, que es sólo de entrada y su bit TRISIO siempre se leerá como '1'. [1] Para el presente laboratorio, TRISIO se configuró tal que **TRISIO = 0b00100000**;, es decir todos los pines se configuraron como salidas menos el pin GP5.

2.2.2. Registro GPIO

Corresponde al registro del estado de los pines (alto o bajo). Para el presente laboratorio se colocaron todas las salidas en bajo. Se utilizaron los pines GPO, GP1, GP2 y GP4 como fuentes de tensión de 5 V para el encendido de los LEDs

2.2.3. Registro CONFIG

Es el registro de configuración, permite activar y desactivar características, en el presente laboratorio se desactivó el Watchdog Timer debido a que puede producir reinicios no requeridos.

2.3. Componentes electrónicos complementarios

Para el desarrollo, además del MCU solicitado, se utilizaron los siguientes tipos de componentes:

- Resistencia.
- Boton.
- LED rojo.

Se utilizaron valores de resistencias disponibles en bodega, para el calculo de estos se tomó en cuenta las características eléctricas del LED rojo:

Parameter	Symbol	Min.	Typ.	Max.	Units	Test Conditions
Forward Voltage	V_F				V	$I_F = 20 \text{ mA}$
Red		1.8	2.1	2.4		
Green		2.8	3.2	3.8		
Blue		2.8	3.2	3.8		

Figura 4: Valores de tensión de LEDs rojo, verde y azul. [2]

2.4. Diseño de circuito

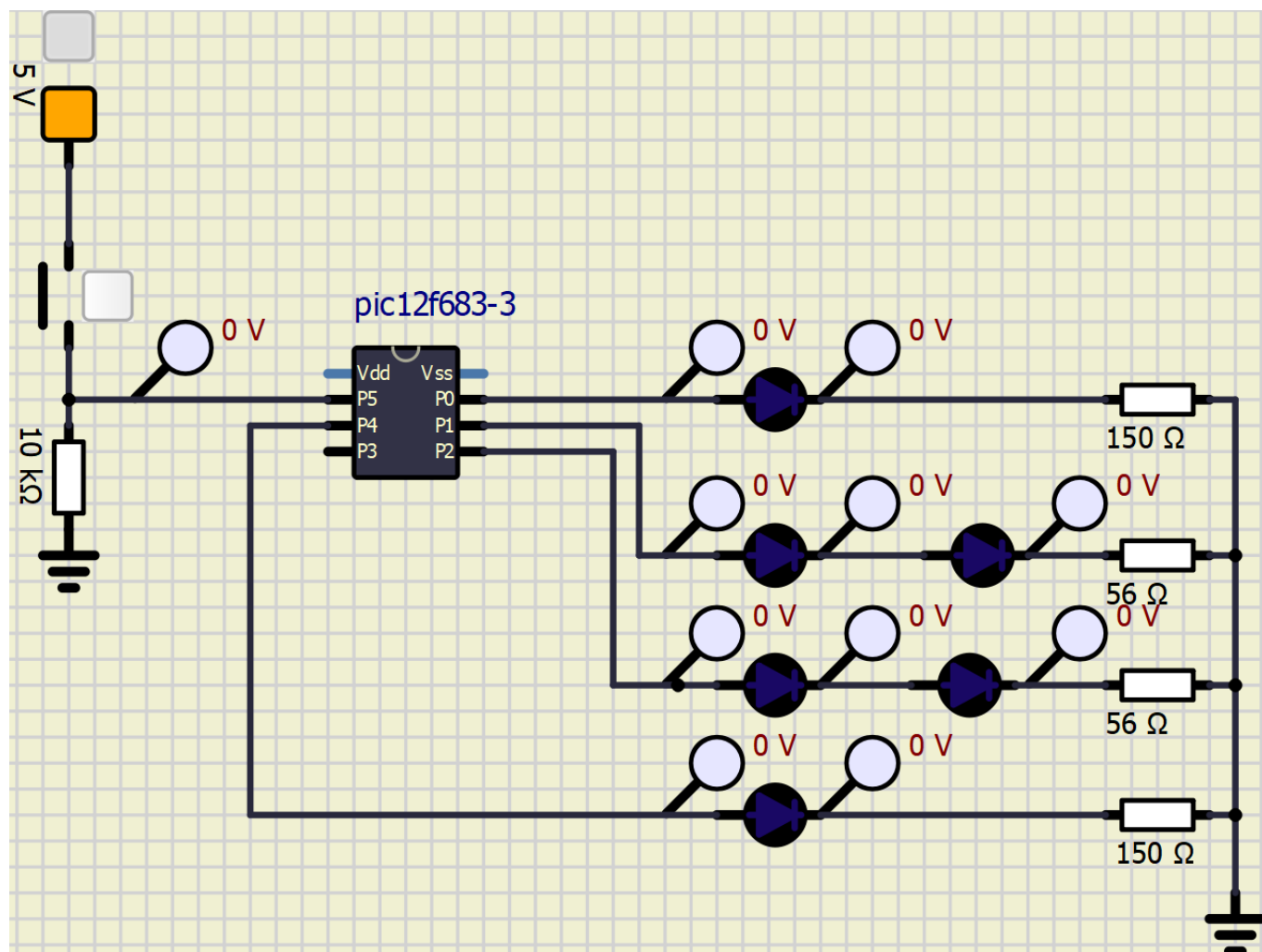


Figura 5: Diseño del circuito.

2.4.1. Configuración de pines

Como pines de entrada se tiene el GP5, como pines de salida se tiene el GP0, GP1, GP2 y GP4.

2.4.2. Pull-Down

Se utilizó una configuración de entrada pull-down, el estado esta en bajo hasta que ocurre un evento que lo pone en alto, en este caso, hasta que se presiona el botón. La resistencia de pull-down se escogió de 10 kΩ que MCU es de la familia CMOS, permitiendo tener valores de resistencia en un rango de 10 kΩ a 1 MΩ [3].

2.4.3. Circuito de LEDs

Se utilizaron 6 LEDs ya que no es requisito que formen el mismo patrón que las caras de los dados reales. Cada pin de salida del MCU actúa como una fuente de tensión de 5 V y proporciona

una corriente maxima de 25 mA (ver características eléctricas [3]). Con base en esto, se puede usar la siguiente ecuación obtenida de LTK para una configuración de fuente, LED y resistencia en serie para calcular la resistencia:

$$R = \frac{5 - V_{LED}}{I} \quad (1)$$

Se elige una V_{LED} de 2 V ya que se acerca al valor típico (ver características eléctricas [4]) y para la corriente se escogió 20 mA, debido a que no es una buena practica de diseñar con valores máximos absolutos. Por lo cual, para un 1 LED se tiene:

$$R_1 = \frac{5 - (2)}{20 \times 10^{-3}} = 150 \quad \Omega \quad (2)$$

Para dos LEDs:

$$R_2 = \frac{5 - 2(2)}{20 \times 10^{-3}} = 50 \quad \Omega \quad (3)$$

Aproximando a valores que se tienen en bodega: $R_1 = 150 \quad \Omega$ y $R_2 = 56 \quad \Omega$.

Esta configuración permite encender cada linea individualmente, facilitando representar todas las caras del dado.

2.5. Lista de componentes y precios

Componente	Cantidad	Precio unitario (C)
PIC12F683	1	1444
Boton	1	99
Resistencia de 10k Ω	1	30
Resistencia de 150 Ω	2	30
Resistencia de 56 Ω	2	30
LED rojo	6	99

Tabla 1: Lista de componentes y precios

3. Desarrollo/análisis

3.1. Análisis programa

A grandes rasgo el programa funciona de la siguiente manera: el estado IDLE es con las salidas en bajo, si se recibe una señal del pin GP5 al presionar el botón, durante el tiempo que este en alto esta señal, un contador realizado en software producirá un numero aleatorio del 1 a 6, este número representa la cara del dado resultante. Luego una estructura de control **switch** realiza la acción de poner en alto las salidas que encenderán los LEDs requeridos según el caso, al poner en alto las salidas necesarias. En la siguiente Figura se muestra el diagrama de flujo del programa:

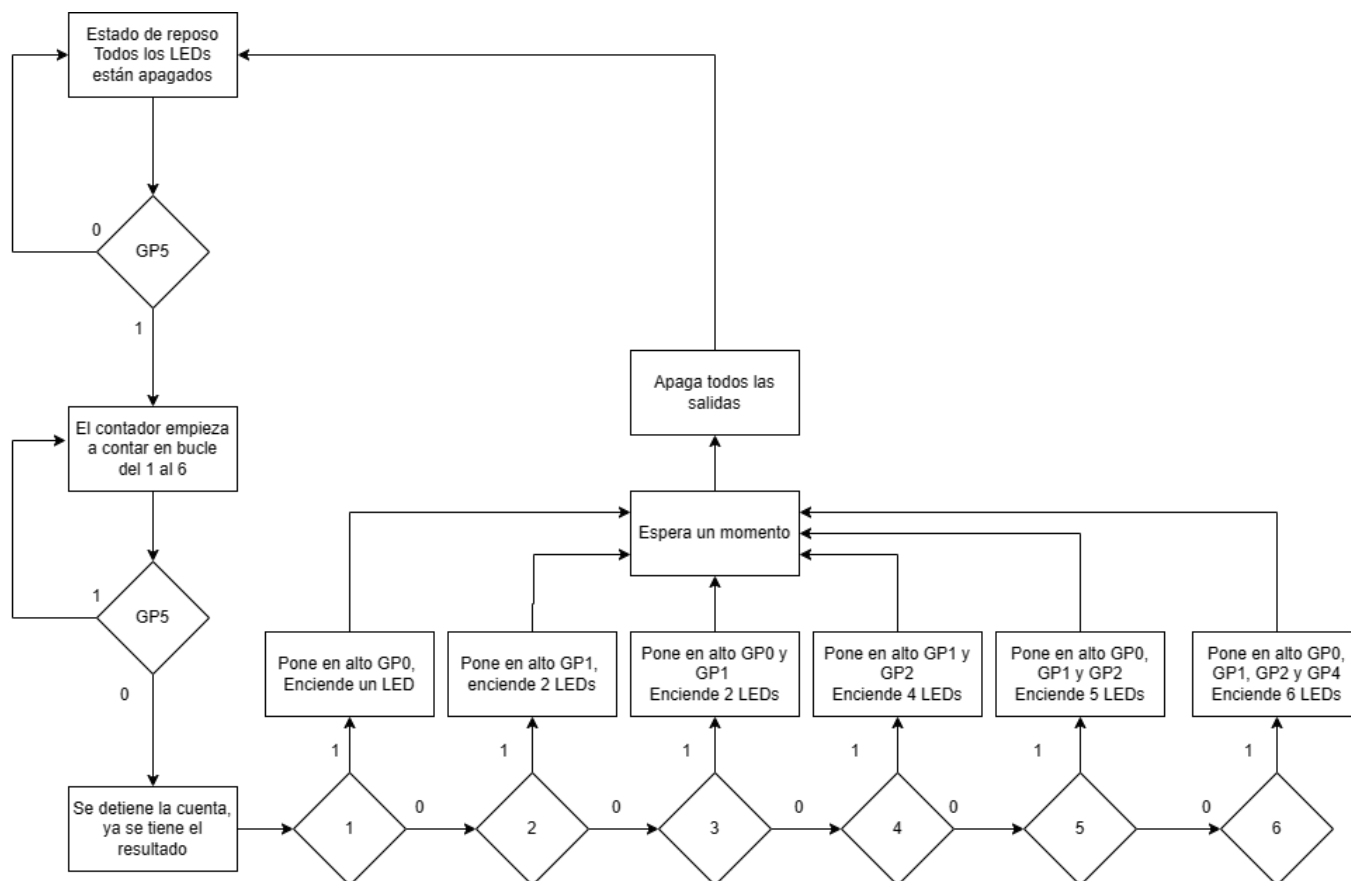


Figura 6: Diagrama de flujo del programa

3.2. Análisis electrónico

A continuación se presenta el resultado de la simulación para cada cara del dado:

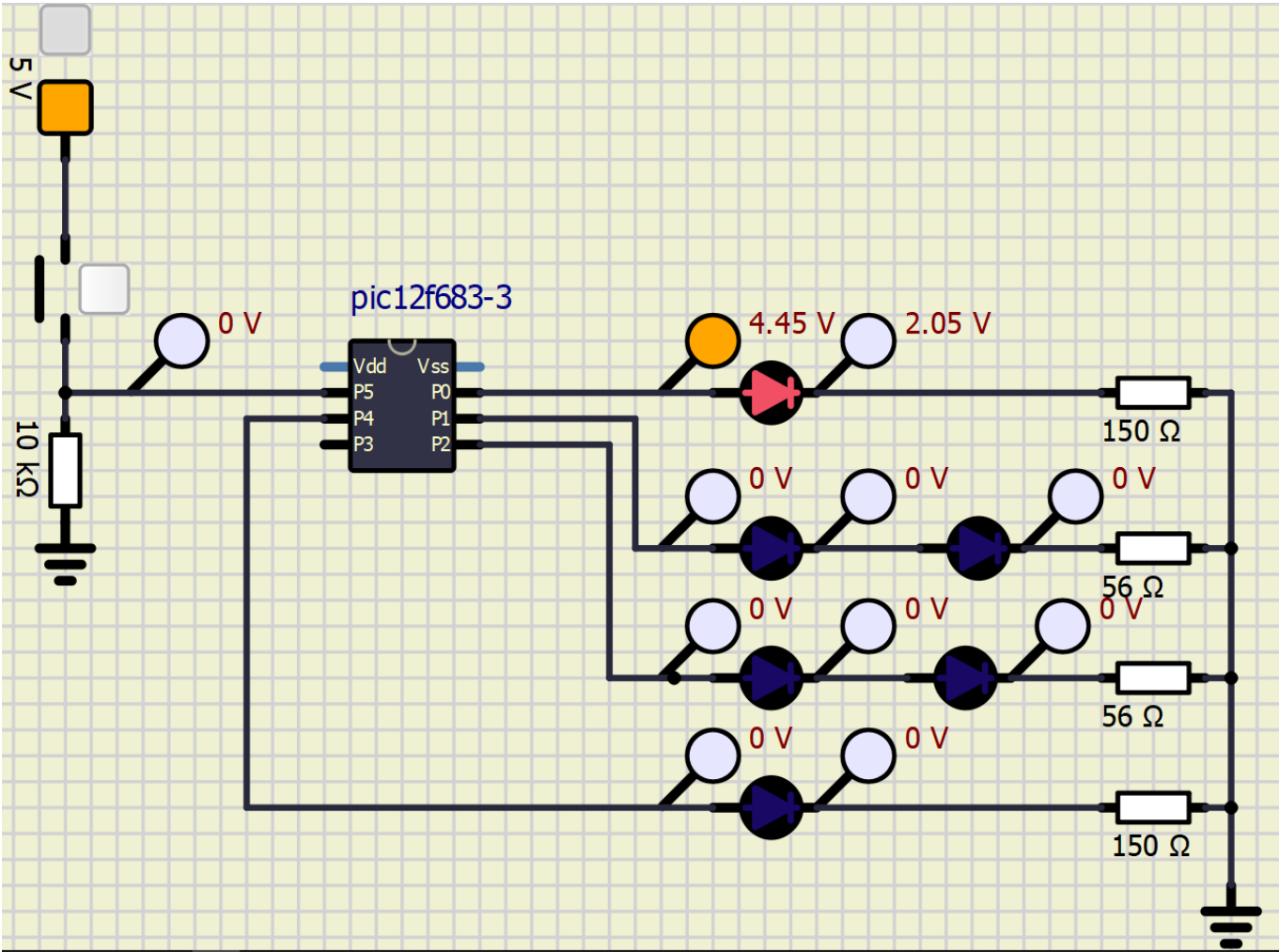


Figura 7: Cara 1

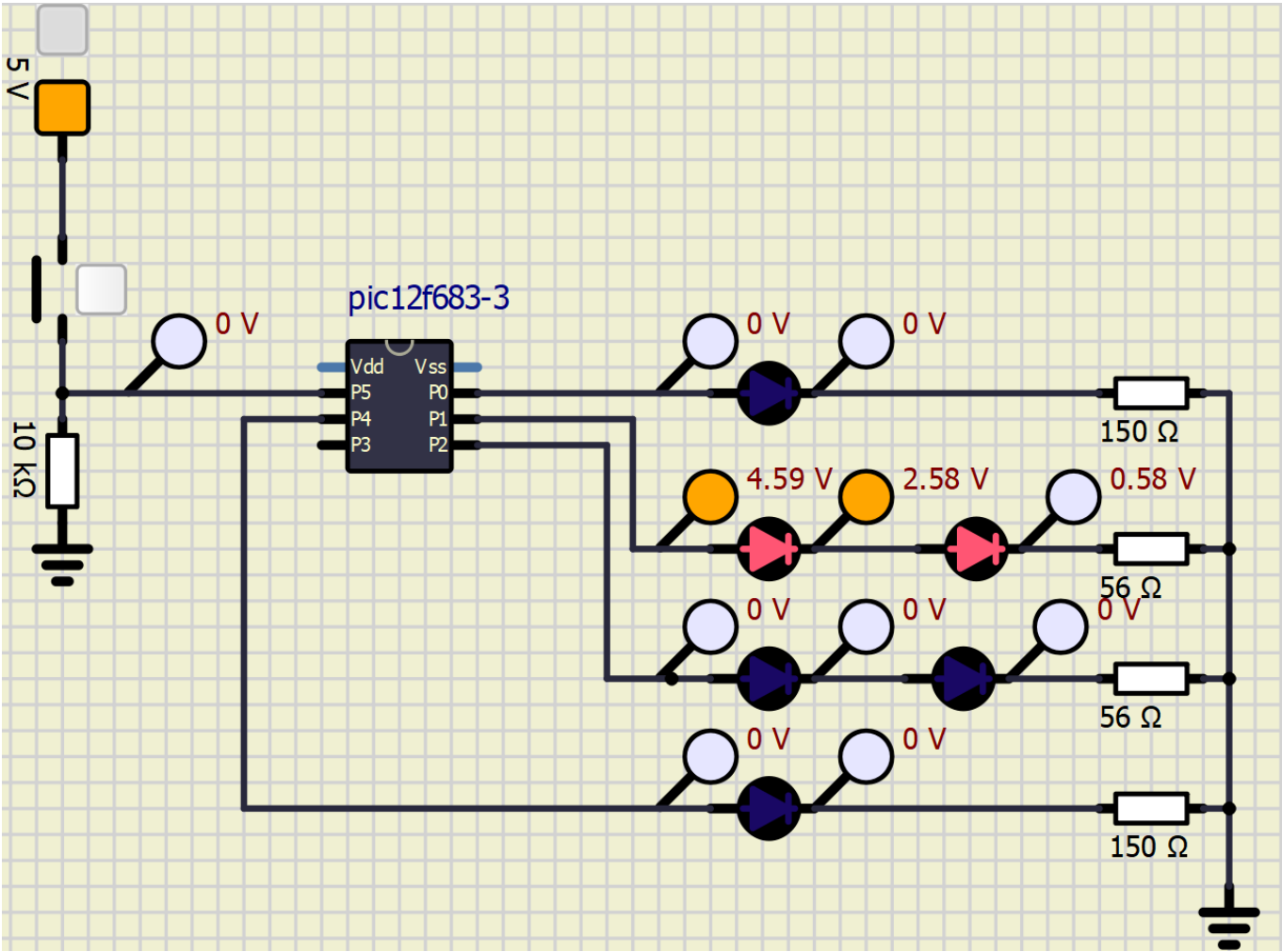


Figura 8: Cara 2

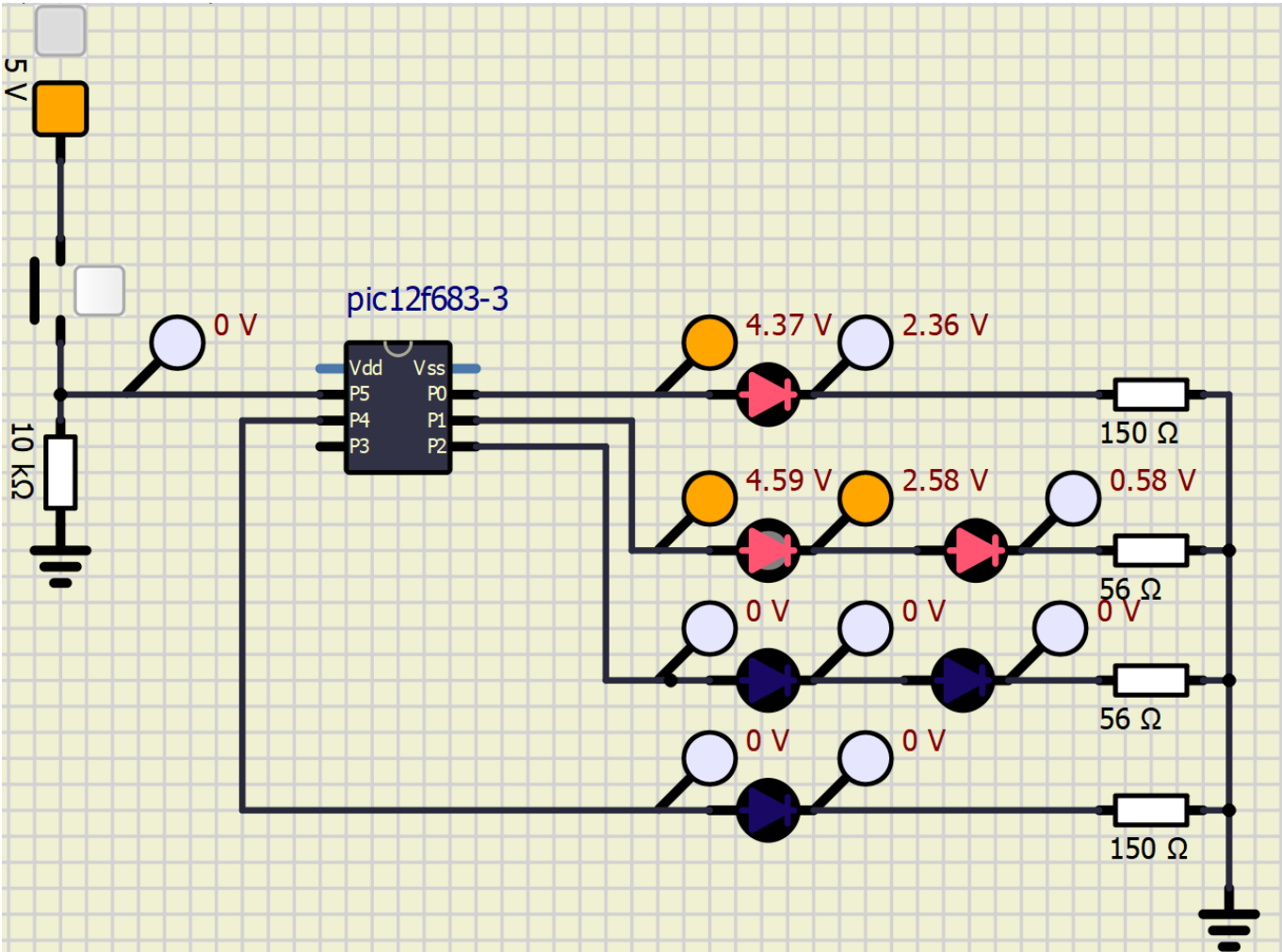


Figura 9: Cara 3

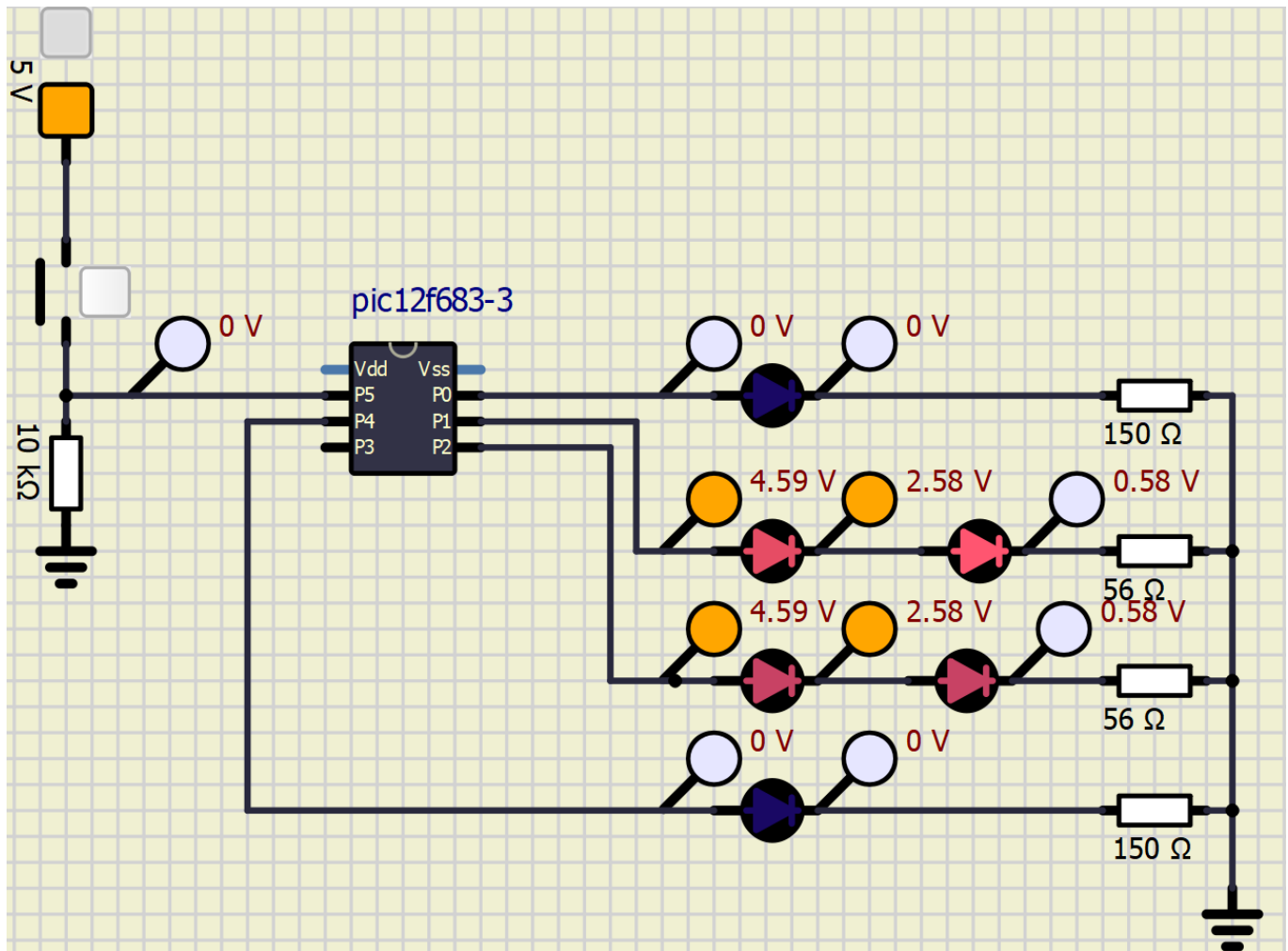


Figura 10: Cara 4

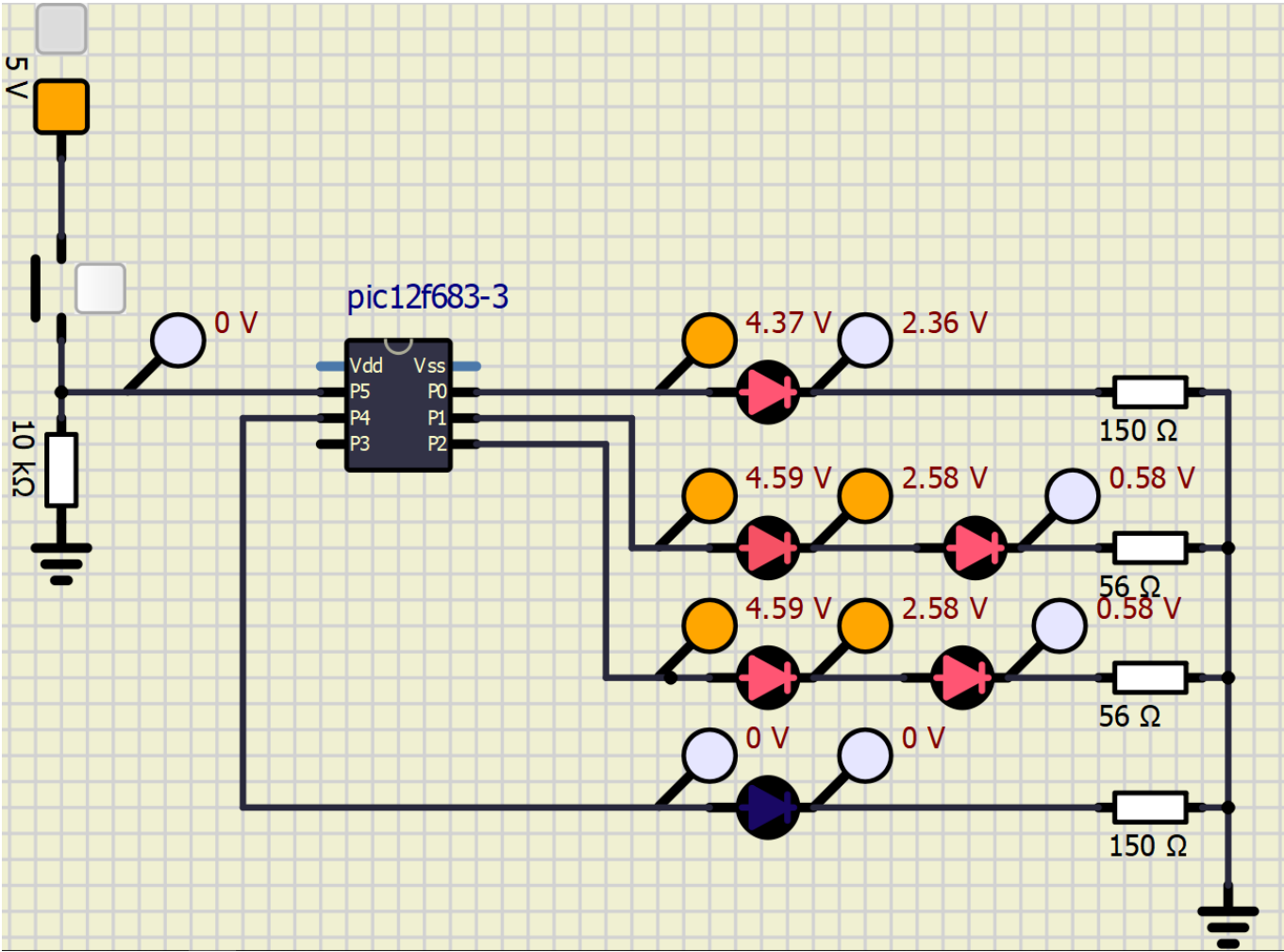


Figura 11: Cara 5

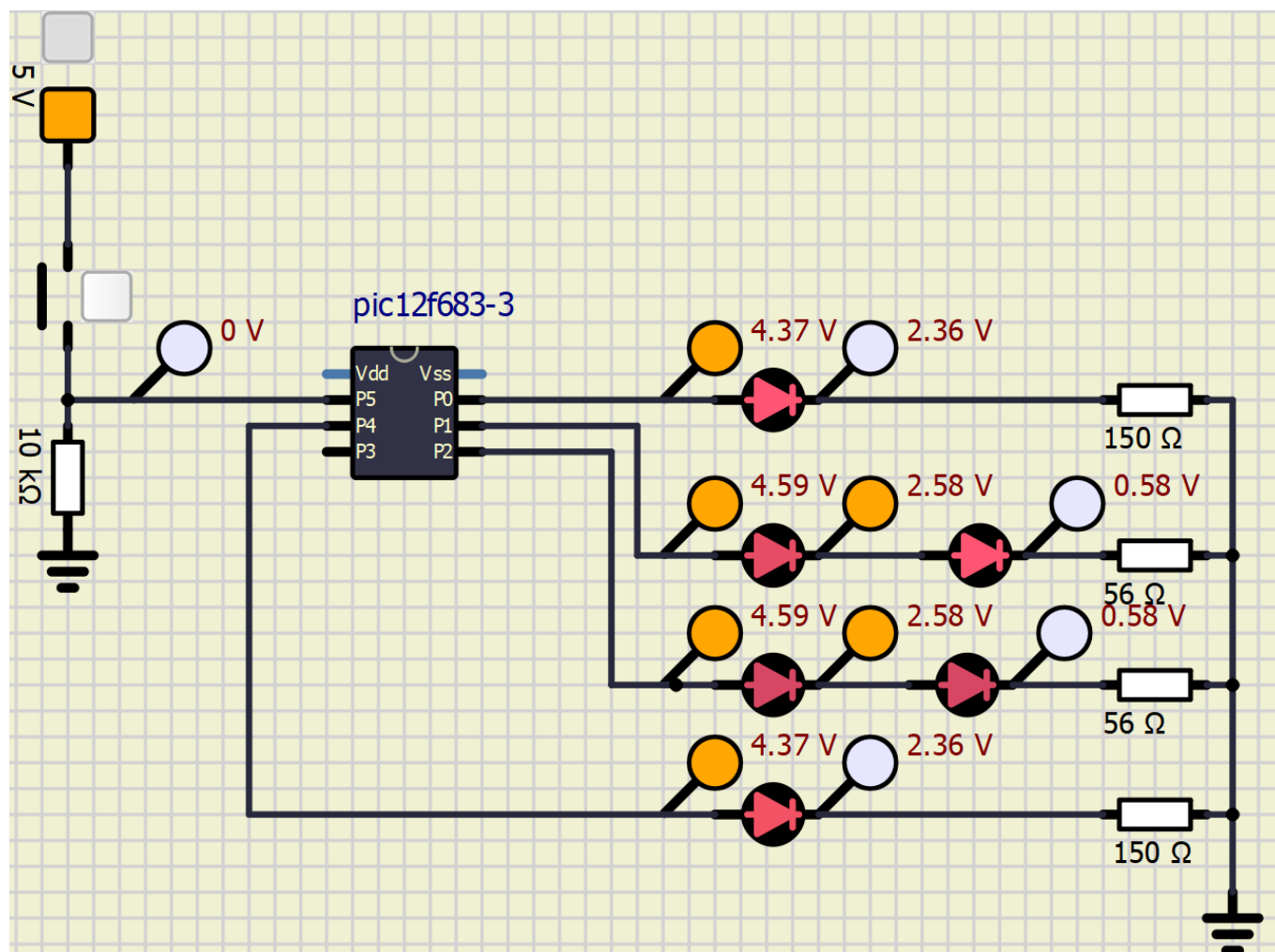


Figura 12: Cara 6

En cada Figura se observa que se enciende el numero de LEDs que representan la cara del dado. De la Figura 12 se puede ver que cada LED tiene una tensión de aproximadamente 2 V, cumpliendo con el diseño propuesto. En cuanto a corriente, la hoja del fabricante indica que los LEDs soportan una corriente máxima de 20 mA. Si se hace la ley de ohm para un LED:

$$I_{LED_1} = \frac{2,36}{150} = 15 \text{ mA} \quad (4)$$

Para dos LEDs:

$$I_{LED_2} = \frac{0,12}{56} = 2,14 \text{ mA} \quad (5)$$

Por lo cual no se superan los limites ni de los LEDs ni del MCU.

4. Conclusiones y recomendaciones

- Se cumplen los objetivos del laboratorio
- Se concluye que el PIC12F683 es un MCU útil para operaciones de poca potencia como en este caso lo es encender LEDs.
- Es importante consultar la carta del fabricante en cuanto a registros y pines, debido a que en un inicio se estaba utilizando el pin GP3 como salida cuando solo cumple de entrada.
- Se debe empezar por leer la carta del fabricante del MCU para conocer los pines, después diseñar el circuito, y luego ir probando el código y simulando paso a paso.
- La generación de números aleatorios puede llegar a ser de gran complejidad por lo cual se puede usar el método por software con contadores para aplicaciones que no requieran tanta rigurosidad.
- Se debe tomar importancia a no diseñar en valores absolutos, y tomar medidas para proteger el circuito como puede ser el pull-down.

5. Bibliografía

Referencias

- [1] Microchip Technology Inc., PIC12F683 Data Sheet, Disponible en: <https://ww1.microchip.com/downloads/en/devicedoc/41211d.pdf>, 2007, fecha de acceso: 29 de marzo de 2024.
- [2] Avago Technologies, HLMP-HG64, HLMP-HM64, HLMP-HB64 Precision Optical Performance Red, Green and Blue New 5mm Standard Oval LEDs, Disponible en: <https://www.tme.eu/Document/e17ac5a5d91f1e843e5681cfa4a5ba4b/HLMP-HG64-VY0DD.pdf>, 2009, fecha de acceso: 3 de abril de 2024.
- [3] “Pull-up and pull-down resistors,” fecha de acceso: 3 de abril de 2024. [Online]. Available: <https://eepower.com/resistor-guide/resistor-applications/pull-up-resistor-pull-down-resistor/>

6. Apéndice

- Se puede ver la hoja del fabricante del MCU PIC12F683 [aquí](#).
- Se puede ver la hoja del fabricante del LED rojo [aquí](#).
- Se puede ver la hoja fabricante de las resistencias [aquí](#).