

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

7 de enero de 2024

Índice

1. Resumen	1
2. Nota teórica	2
3. Desarrollo/Análisis	9
4. Anexos	11

Índice de figuras

1.	Pines del PIC12F765. Tomado de [1]	2
2.	Diagrama de bloques del PIC12F765. Tomado de [1]	3
3.	Representación de los 7 segmentos. Tomado de [2]	4
4.	Otros pines del display de 7 segmentos.	4
5.	Control del efecto rebote. Tomado de [3]	5
6.	Inversor. Elaboración propia.	6
7.	Filtro RC para evitar rebote.	7
8.	Protección de los LEDs	7
9.	Conexión del BCD.	7
10.	Circuito del bingo.	8
11.	Diagrama de bloques juego bingo.	9

Índice de tablas

1.	Registros importantes	3
2.	Lista de equipos	6

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 [4]. 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.

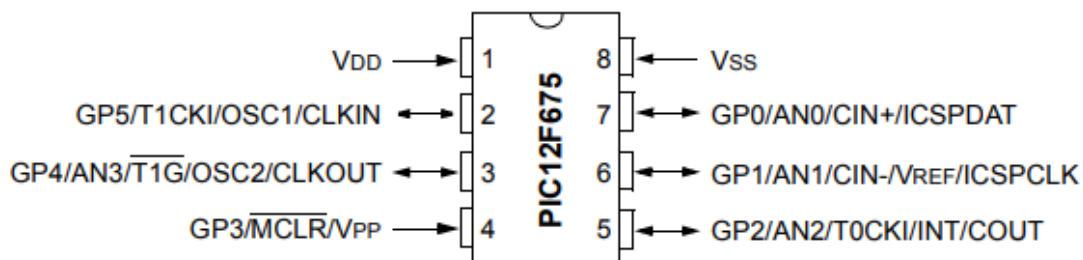


Figura 1: Pines del PIC12F765. Tomado de [1]

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.

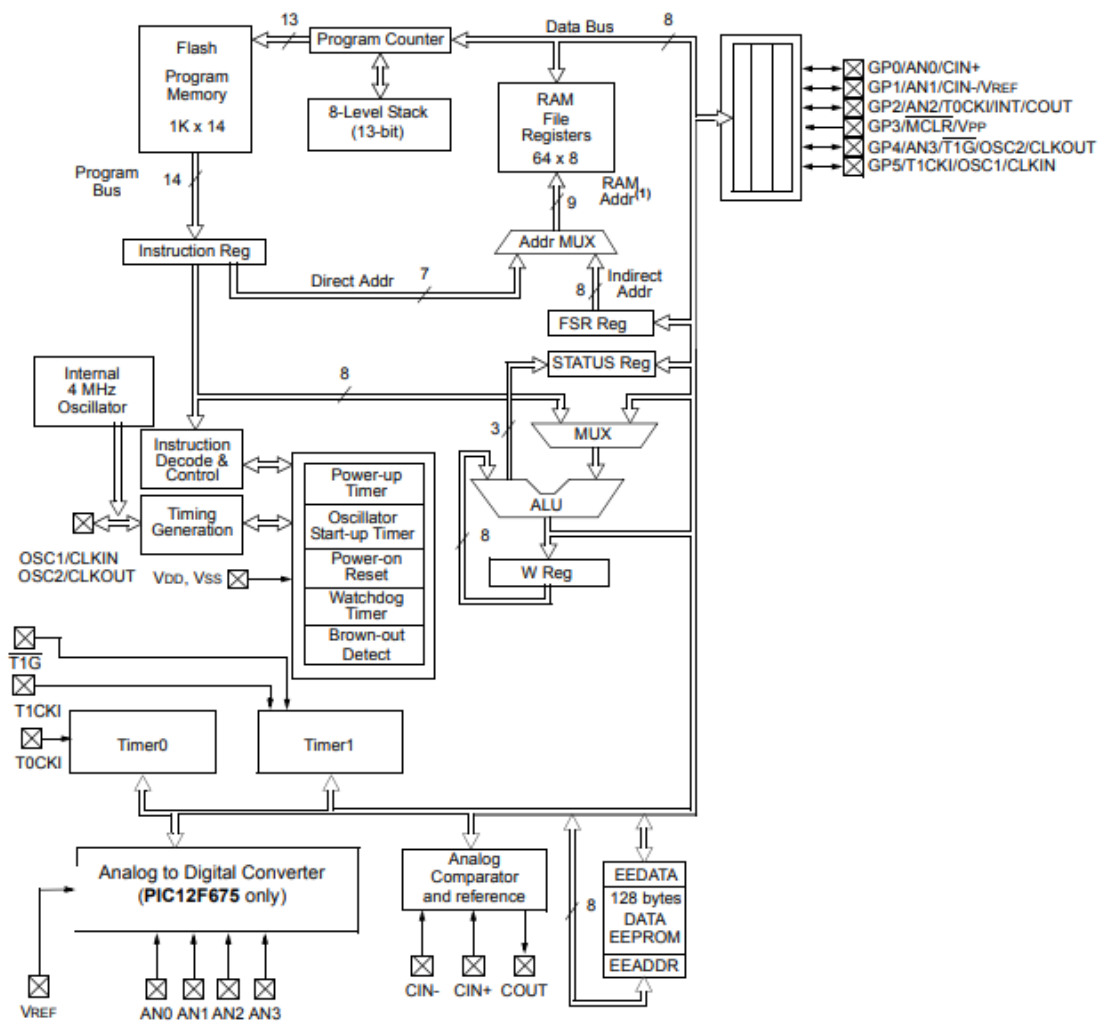


Figura 2: Diagrama de bloques del PIC12F765. Tomado de [1]

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 [2], 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.

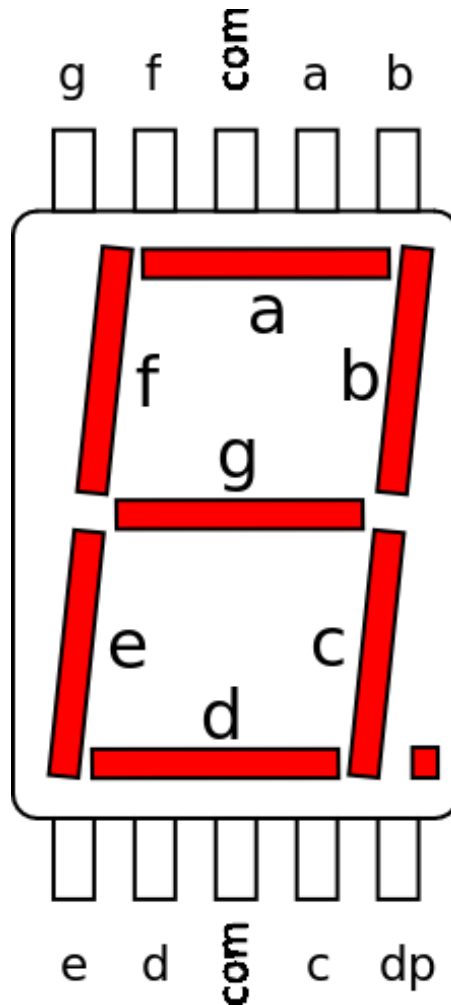


Figura 3: Representación de los 7 segmentos. Tomado de [2]

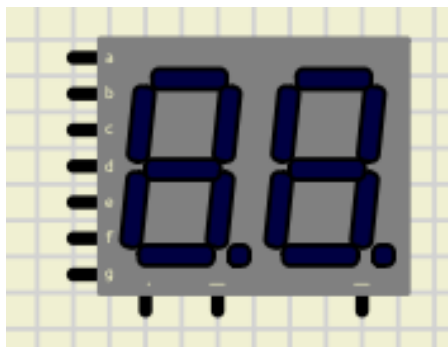


Figura 4: Otros pines del display de 7 segmentos.

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 [5].

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:

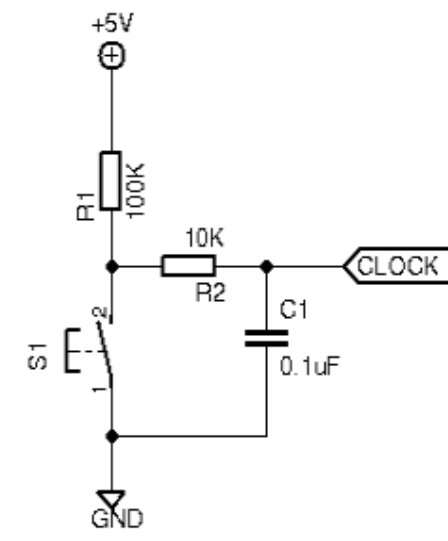


Figura 5: Control del efecto rebote. Tomado de [3]

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 [3]. 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. La idea de hacer uso de esta compuerta lógica en el cátodo y ánodo del display es para darle sentido a los números que se mostrarán, es decir, que se encienda uno a la vez.

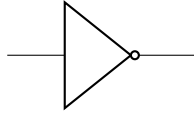


Figura 6: Inversor. Elaboración propia.

Lista de componentes

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

Tabla 2: Lista de equipos

Componente	Cantidad	Precio
PIC12F675	1	4.95\$
Batería 5 V	1	0.25\$
Capacitor 10 pF	1	0.18\$
BCD 7 segmentos	1	1.30\$
Switch	1	0.65\$
Inversor	1	1.50\$
Display de 7 segmentos	2	4.40\$
Potenciómetros $0\ \Omega$ - $100\ \Omega$	2	2\$
Total		15.23\$

ponentes mostrados anteriormente se pueden comprar en la tienda MicroJpm, disponible en [?].

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

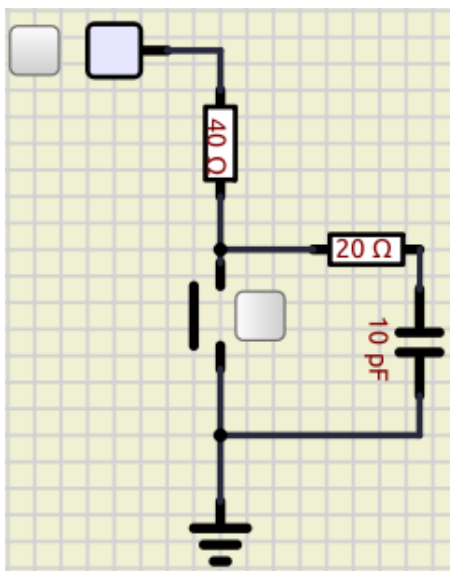


Figura 7: Filtro RC para evitar rebote.

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 Ω, note que los LEDs del display le están llegando la corriente adecuada tal como se muestra en la figura 8.

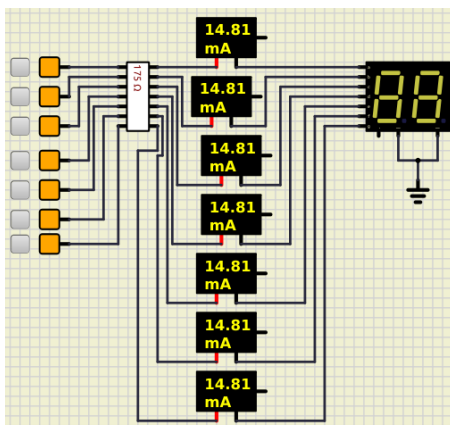


Figura 8: Protección de los LEDs

Ahora, conectando el decodificador al avance que se tiene del circuito se tiene lo siguiente. Esto para comprobar que la corriente en los LEDs es la adecuada.

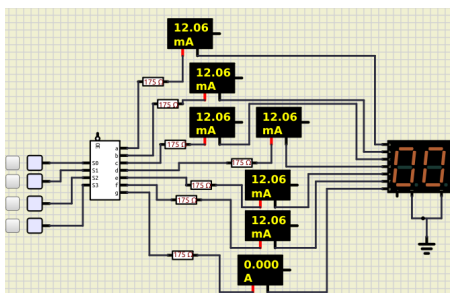


Figura 9: Conexión del BCD.

En efecto, se tiene una corriente eléctrica de 12,06 mA.

Hecho lo anterior, además de conectar la señal OE a tierra, el siguiente paso es conectar las entradas P0, P1, P2 y P4, a las entradas S0, S1, S2 y S3, del PIC12F675 al BCD respectivamente, mientras que la señal P3 se conectará al filtro creado previamente mostrado en la figura 7. Por tanto, el circuito que simula un juego de bingo queda de la siguiente forma:

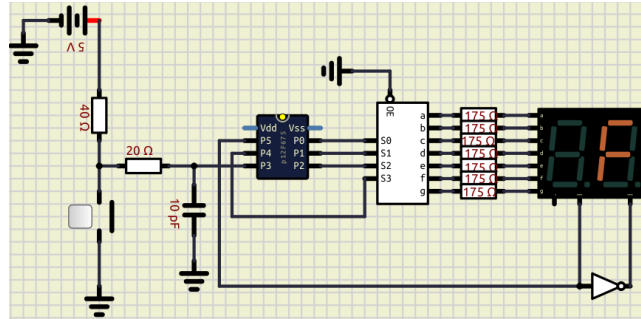


Figura 10: Circuito del bingo.

En la sección de desarrollo se mostrará la corriente eléctrica que le están llegando a algunos de los segmentos, pero lo mostrado en la figura 10 es una optimización del circuito general. Claramente, no muestra ningún resultado pertinente porque aún no tiene el archivo `.hex` en el firmware del microcontrolador. Ahora, se espera que se muestren números aleatorios, y según lo visto en clase, la función `sran` no está disponible para microcontroladores, por tanto, hay otros métodos para lograr esto tales como: RNG, lectura de convertidores A/D, lfsr, algoritmo Blum-Blum-Shub y por medio de contadores.

3. Desarrollo/Análisis

A continuación, se muestra el diagrama de flujo que se utilizó para crear la simulación del bingo.

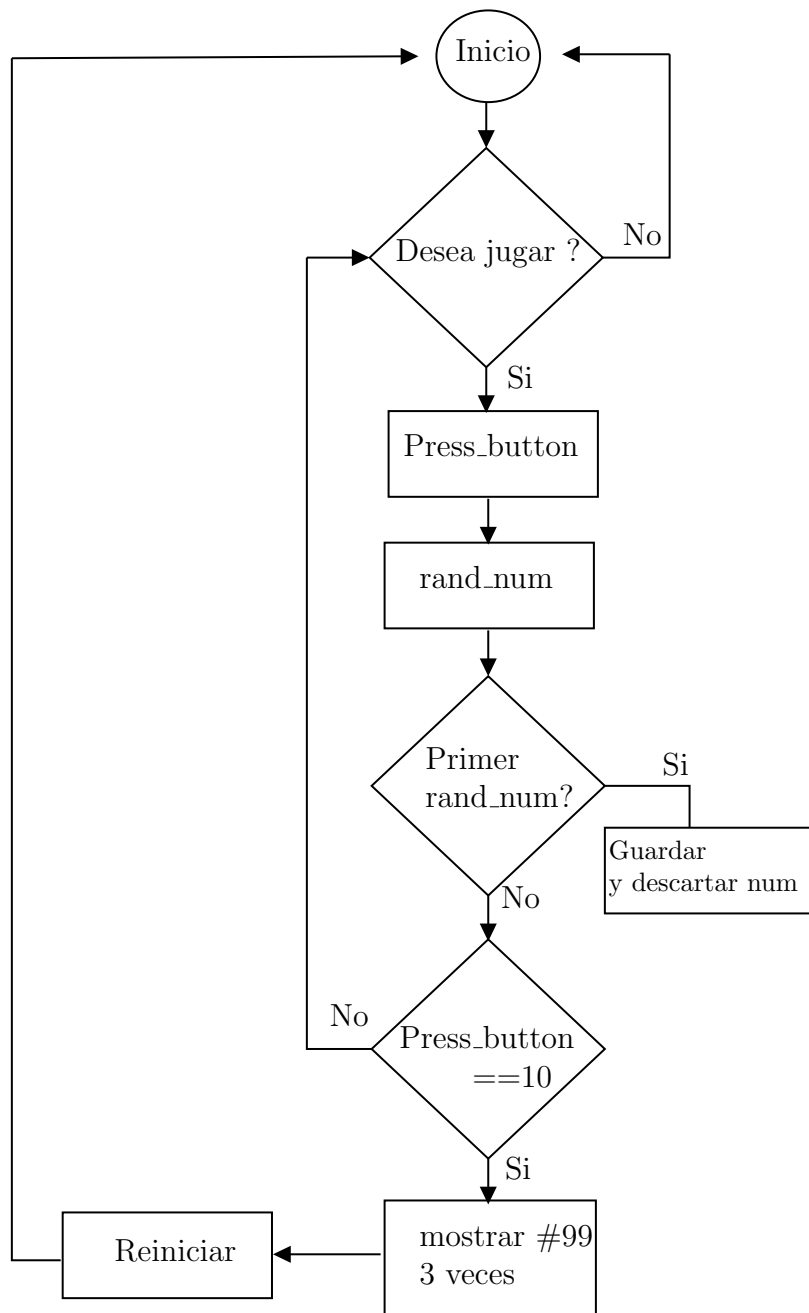


Figura 11: Diagrama de bloques juego bingo.

Referencias

- [1] Microchip. Pic12f675 datasheet (pdf) download - microchip technology. ALLDATASHEET.COM, <https://pdf1.alldatasheet.com/datasheet-pdf/download/348702/MICROCHIP/PIC12F675.html>, Agosto 2003. Accedido en enero de 2024.
- [2] Paul Nicholls. 7 segment displays. Electronics resources, <https://pfnicholls.com/Electronics/LEDDisplays.html>, Mayo 2019. Accedido en enero de 2024.
- [3] Jens Christoffersen. Switch bounce and how to deal with it. All about Circuits <https://www.allaboutcircuits.com/technical-articles/switch-bounce-how-to-deal-with-it/>, setiembre 2015. Accedido en enero de 2024.
- [4] Sigma. Sigma electrónica. Sigma, <https://www.sigmaelectronica.net/producto/pic12f675-ip/>, Agosto 2017. Accedido en enero de 2024.
- [5] Fairchild semiconductor. Bcd-to-7 segment latch/decoder/driver. ALLDATASHEET.ES, <https://www.alldatasheet.es/datasheet-pdf/pdf/50863/FAIRCHILD/CD4511BC.html>, Junio 1987. Accedido en enero de 2024.
- [6] MicroJpm. Tienda de componentes. All about Circuits <https://www.microjpm.com/search/?x=15&y=12&text=>, octubre 2017. Accedido en enero de 2024.

4. Anexos

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

Curva de transferencia

