

Universidad de Costa Rica

Facultad de Ingeniería

Escuela de Ingeniería Eléctrica

IE0308 – Laboratorio Eléctrico I

I ciclo 2022

Reporte de Proyecto Final

Órgano electrónico

Daniel De La O B82528

Juan Quesada B86252

Grupo 04

Profesor: John Rosses

12/6/22

1. Objetivos

1.1. Objetivo General

- Estudiar, diseñar e implementar un órgano electrónico con LEDs utilizando un Circuito Integrado 555.

1.2. Objetivos Específicos

- Entender el funcionamiento interno de un Circuito Integrado 555 y otros componentes que conforman el circuito y poder aplicarlo para diseñar un órgano electrónico.
- Estudiar la relación entre las diferentes frecuencias y las notas que generan en el órgano electrónico.
- Analizar las señales de salida generadas por el Circuito Integrado 555 por medio de simulaciones en Tina-Ti.

2. Marco Teórico

2.1. Órgano digital con circuito integrado 555

Un oscilador es un circuito que produce una oscilación propia de frecuencia, forma de onda y amplitud determinadas [1]. El propósito de este proyecto es diseñar y construir un circuito oscilador con un LM555, alimentado por una fuente de tensión DC de 12V. El propósito del LM555 es de generar una onda cuadrada con una frecuencia que asemeje esa de la nota emitida por el parlante. La frecuencia asociada a la oscilación de la señal de salida se puede expresar con la siguiente ecuación [2]:

$$f_r = \frac{1,44}{(R_1 + 2R_2)C_1} \quad (1)$$

$$\begin{aligned} T_1 &= 0,693(R_1 + R_2)C_1 \\ T_2 &= 0,693R_2C_1 \\ T &= T_1 + T_2 = 0,693(R_1 + 2R_2)C_1 \\ f &= \frac{1}{T} = \frac{1,44}{(R_1 + 2R_2)C_1} \end{aligned}$$

Como se puede observar, la frecuencia de salida depende de las resistencias R_1 y R_2 además del capacitor C_1 que se pueden observar en el diseño del circuito en la figura 5. En esta ecuación, los valores que se mantienen constantes son los de C_1 y R_2 pero no el de R_1 ya que se variará para obtener distintas resistencias equivalentes y por ende diferentes frecuencias. El uso que tienen los pulsadores es que al ser presionados, cada uno de ellos va a recibir una resistencia equivalente específica que emitirá una frecuencia distinta. Por último, el componente de salida del circuito es un parlante de 8Ω a $0,25W$, el cual al recibir una señal eléctrica oscilatoria, generará los tonos correspondientes a la nota tocada.

2.2. Espectro audible y frecuencias de las notas musicales

El sonido audible por el ser humano consiste en ondas sonoras que producen oscilaciones de la presión del aire, que son convertidas en ondas mecánicas en el oído humano y percibidas por el cerebro. Como las vibraciones se producen en la misma dirección en la que se propaga el sonido, se trata de una onda longitudinal. El oído humano es capaz de percibir sonidos con frecuencias entre 20 y 20 mil vibraciones por segundo (Hz)[3].

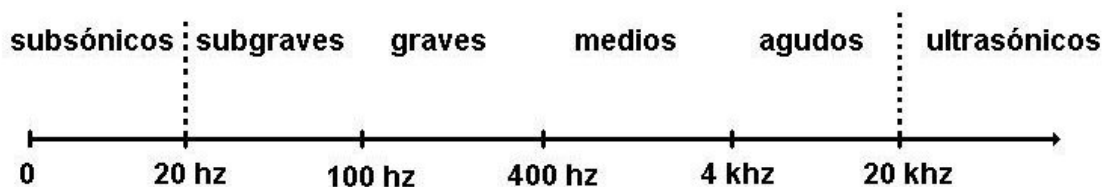


Figura 1: Rango de frecuencias perceptibles por el oído humano.

Las frecuencias emitidas por las distintas notas en un piano pueden ser vistas en la siguiente imagen:

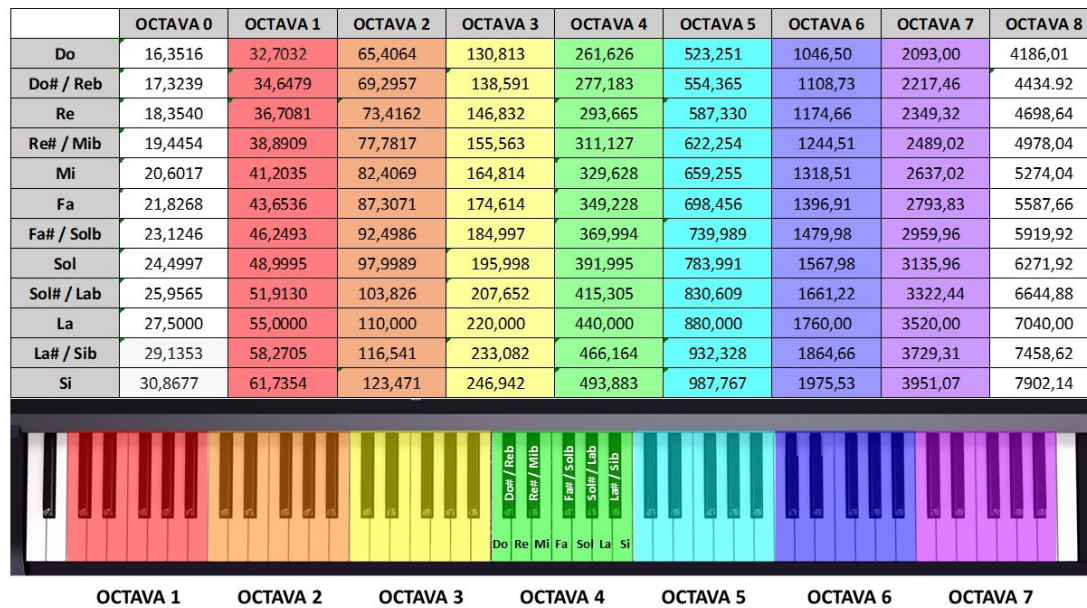


Figura 2: Frecuencia de las notas musicales en un piano en Hz [4].

En este proyecto solo se estará trabajando con la octava 4, pero perfectamente puede ser recreado para las otras octavas. La forma en que se consigue el valor de las frecuencias de cada nota en diferente escala sin tener que pasar por el trabajo de hacer las medidas, es solo multiplicar cada frecuencia anterior por dos, ya que son la misma nota, solo que a un tono distinto.

2.3. Altavoz

Un altavoz es un lo que se llama un transductor electroacústico, es decir un dispositivo que convierte energía eléctrica en energía acústica. Aunque la gama de aplicaciones de los altavoces es muy amplia, se puede considerar que sirven para una combinación de cuatro propósitos principales:

- Comunicación.
- Refuerzo sonoro.
- Producción de sonido.
- Reproducción del sonido.

Aunque existen requisitos comunes para todos estos usos, cada uno de ellos impone también sus propias exigencias a los atributos del altavoz. En una aplicación determinada, es posible que un solo altavoz deba cumplir más de uno de estos objetivos. En estos casos, la idoneidad del altavoz para uno o varios de sus usos puede verse comprometida para facilitar otros. El uso principal al que estaremos viendo este experimento es para producción de sonido. Hay varias subcategorías de este tipo de uso de los altavoces. Por ejemplo el uso de la amplificación como parte integral de ciertos instrumentos musicales como la guitarra eléctrica, el bajo y los teclados. Otros ejemplos son los sistemas de alerta de emergencia y de sonar [5].

2.3.1. Transductores electrodinámicos

El tipo de transductor más utilizado en los altavoces es el conductor electrodinámico. En este tipo de transductor, una corriente variable en el tiempo que pasa por una bobina conductora

suspendida en un campo magnético invariable en el tiempo crea una fuerza sobre la bobina y las piezas a las que está unida. Esta fuerza hace que las piezas vibren e irradien sonido. Los transductores electrodinámicos se pueden utilizar de varias maneras. El más común, con diferencia, es el transductor de cono. Se aplica una señal eléctrica a la bobina de voz, y la corriente en la bobina de voz interactúa con el campo magnético en el hueco para crear una fuerza variable en el tiempo que hace vibrar el diafragma. La Figura 3 muestra un excitador de cono típico.

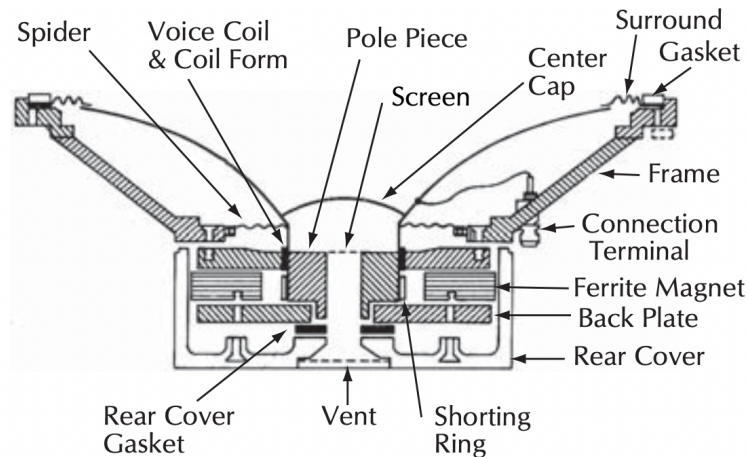


Figura 3: Identificación de piezas típicas del woofer.

2.4. Pulsadores

Un pulsador eléctrico es un componente eléctrico que permite o impide el paso de la corriente eléctrica cuando se aprieta o pulsa. Es un mecanismo simple constituido por un par de contactos eléctricos que se unen o separan por medios mecánicos [6]. El paso o cierre de la corriente se consigue mediante contactos eléctricos, también llamados "bornes" normalmente de cobre. Cada contacto eléctrico del pulsador tiene 2 posiciones, abierto y cerrado. Al estar cerrado es porque los 2 bornes están juntos y el pulsador permite el paso de la corriente eléctrica. Al estar abierto, los 2 bornes están separados y el pulsador no permite el paso de la corriente eléctrica. Un ejemplo muy conocido de pulsador es un timbre de una casa. Al apretarlo, se permite el paso de la corriente eléctrica activando el timbre, pero al soltarlo vuelve a su posición inicial dejando de sonar el timbre, cortando el flujo de la corriente [7].



Figura 4: Pulsador electrónico.



Figura 5: Diagrama interno de un pulsador

2.5. Circuito integrado 555

El componente IC 555 es un circuito integrado, utilizado para producir salidas con diferentes formas de onda. Su nombre se debe a que su diseño cuenta con 3 resistencias de $5k\Omega$, la funcionalidad de estas resistencias es generar dos tensiones distintas (se basa en divisor de tensiones) como referencia para compararlas con otras. Es uno de los dispositivos mas populares en el mercado tanto por su antigüedad como su alto rango de experimentos realizables.

2.5.1. Modos de operación del Circuito NE555

Este circuito integrado puede operar en tres modos distintos:

El modo **monoestable** cuando el sistema despliega un unico pulso de corriente por un tiempo determinado, también llamado pulso de disparo único, el tiempo esta definido por la ecuación 3.

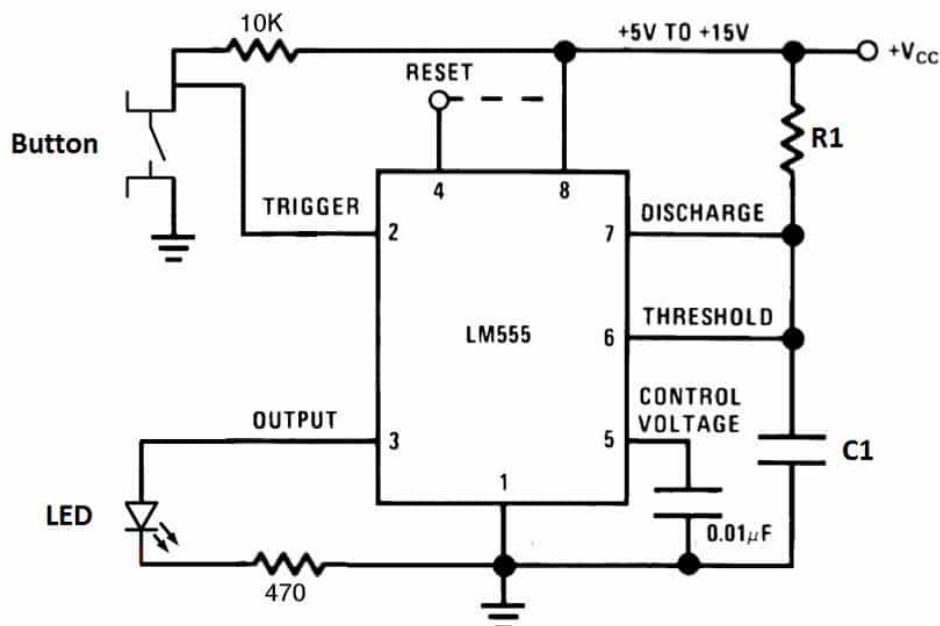


Figura 6: Esquemático del Órgano de la configuración modo monoestable del circuito integrado 555 con un LED conectado a su salida [8].

$$t = 1,1 \times R \times C \quad (2)$$

El modo **biestable** o también llamado circuito flip-flop, alterna entre dos estados estables, en esta modalidad no es necesario colocar resistencias y capacitores, la sincronización del circuito esta definida por el cambio de estados entre encendido y apagado controlado directamente por el Reset(Pin 4) y el Trigger(Pin 2).

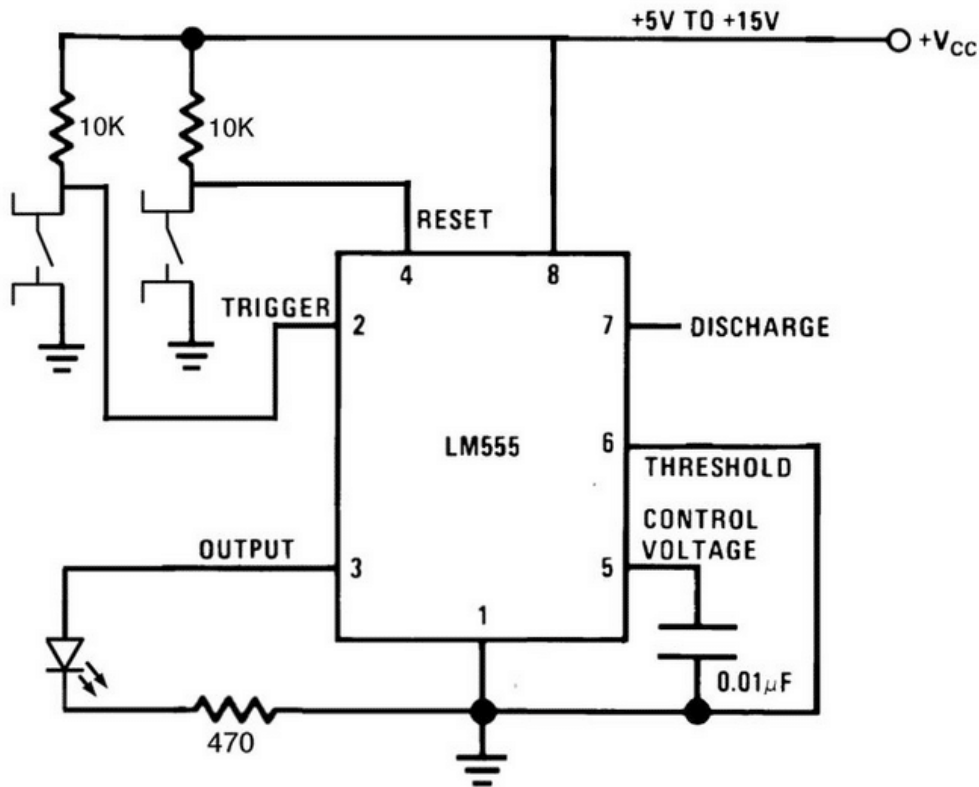


Figura 7: Esquemático del Órgano de la configuración modo biastable del circuito integrado 555 con un LED conectado en su salida [8].

El modo **astable** actúa como un oscilador que genera ondas cuadradas, la frecuencia de estas ondas se puede modificar al cambiar los valores de las resistencias y capacitores conectado, el tiempo en el que el pulso se encuentra en alto se define en la ecuación 3 y el tiempo en que el pulso se encuentra en bajo se define en la ecuación 4, en la Figura 8 podemos observar la configuración necesaria para este modo. En esta función el circuito va encender y apagar continuamente la salida en ciclos continuos.

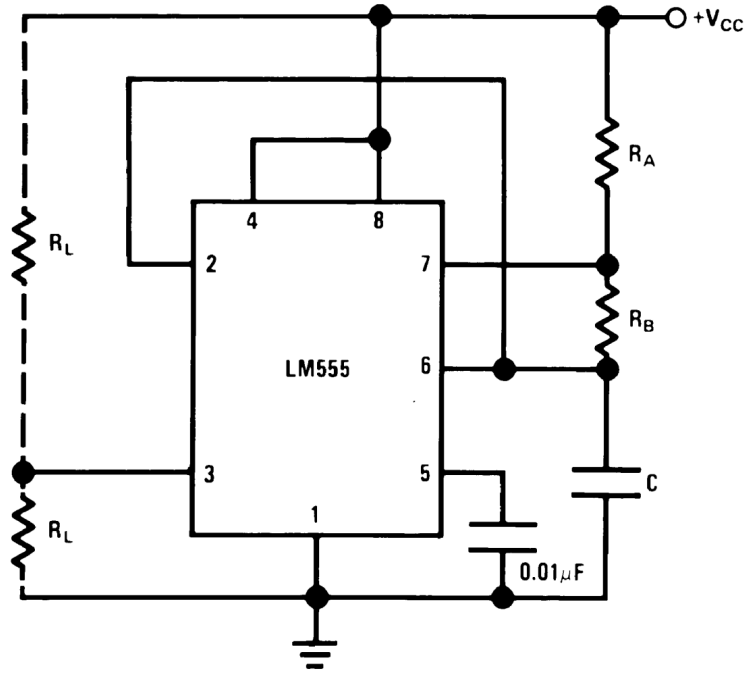


Figura 8: Esquemático del Órgano de la configuración modo astable del circuito integrado 555 [8].

$$t_{on} = 0,69 \times C_1 \times (R_1 + R_2) \quad (3)$$

$$t_{on} = 0,69 \times C_1 \times R_2 \quad (4)$$

Los puertos mas importantes para entender el funcionamiento son:

- **Trigger(Pin 2):** se encarga de activar las salida en el caso de que el voltaje recibido sea menor a un tercio de V_{cc} .
- **Threshold(Pin 6):** desconecta la salida si la tensión recibida es mayor a dos tercios de V_{cc} .
- **Descarga(Pin 7):** se encarga de descarga el capacitor C_1 cuando la salida es muy baja.

Primeramente para entender su funcionamiento tenemos que entender que la tensión en los pines y 2(Trigger) y 6(Threshold) son iguales a la del capacitor C_1 , dado esto al inicio del ciclo la tensión de este capacitor es muy baja, en estas condiciones la salida se enciende y el pin 7(Discharge) se desconecta de manera que la corriente puede fluir a través de R_1 y R_2 , esto se mantiene así hasta que la carga del capacitor alcanza los dos tercios de V_{cc} la salida es apagada por el pin threshold, el pin de descarga se enciende permitiendo al capacitor descargarse.

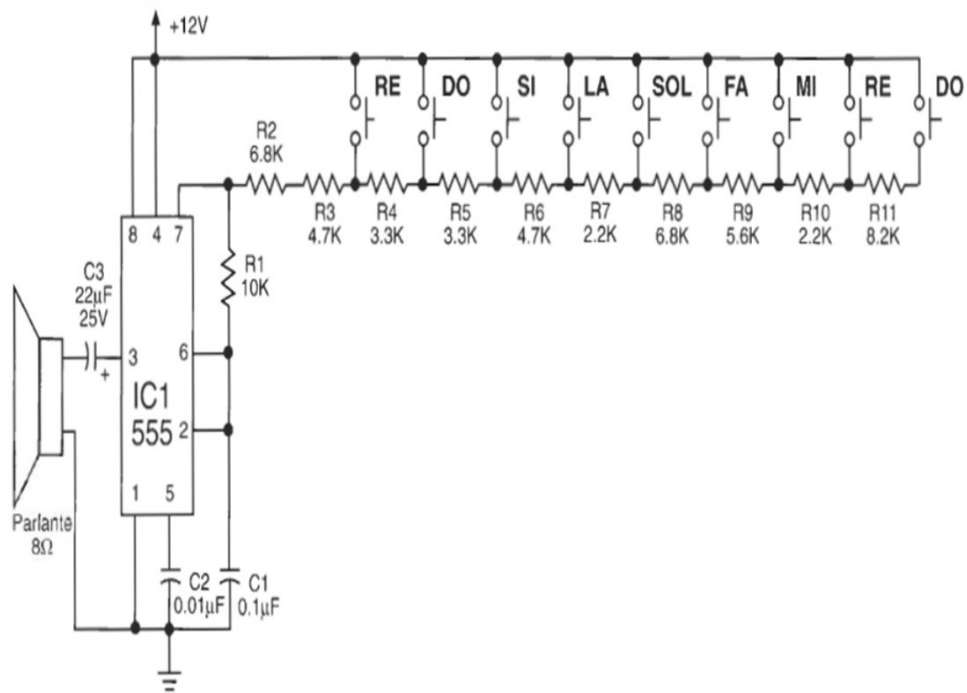


Figura 9: Esquemático del Órgano electrónico original [9]

3. Diseño

El funcionamiento principal del circuito es la generación de pulsos con frecuencias específicas de manera que se pueden generar distintas notas musicales, el modo astable del circuito integrado NE555 permite esto mediante la ecuación:

$$f_r = \frac{1,44}{(R_{Prueba} + 2R_1)C_1} \quad (5)$$

A partir de esta ecuación vamos a poder definir la frecuencia de salida, para términos prácticos si se desea cambiar la frecuencia lo mas óptimo es fijar el valor de la resistencia R_1 y el capacitor C_1 , de esta manera únicamente dependeremos del cambio de la resistencia R_2 para efectos de prueba se podría colocar un potenciómetro para ver el efecto. En la Figura 10 se puede observar la configuración de prueba del circuito, en este caso el se fijo el valor de R_1 como $10k\Omega$, y la capacitancia C_1 como $100nF$.

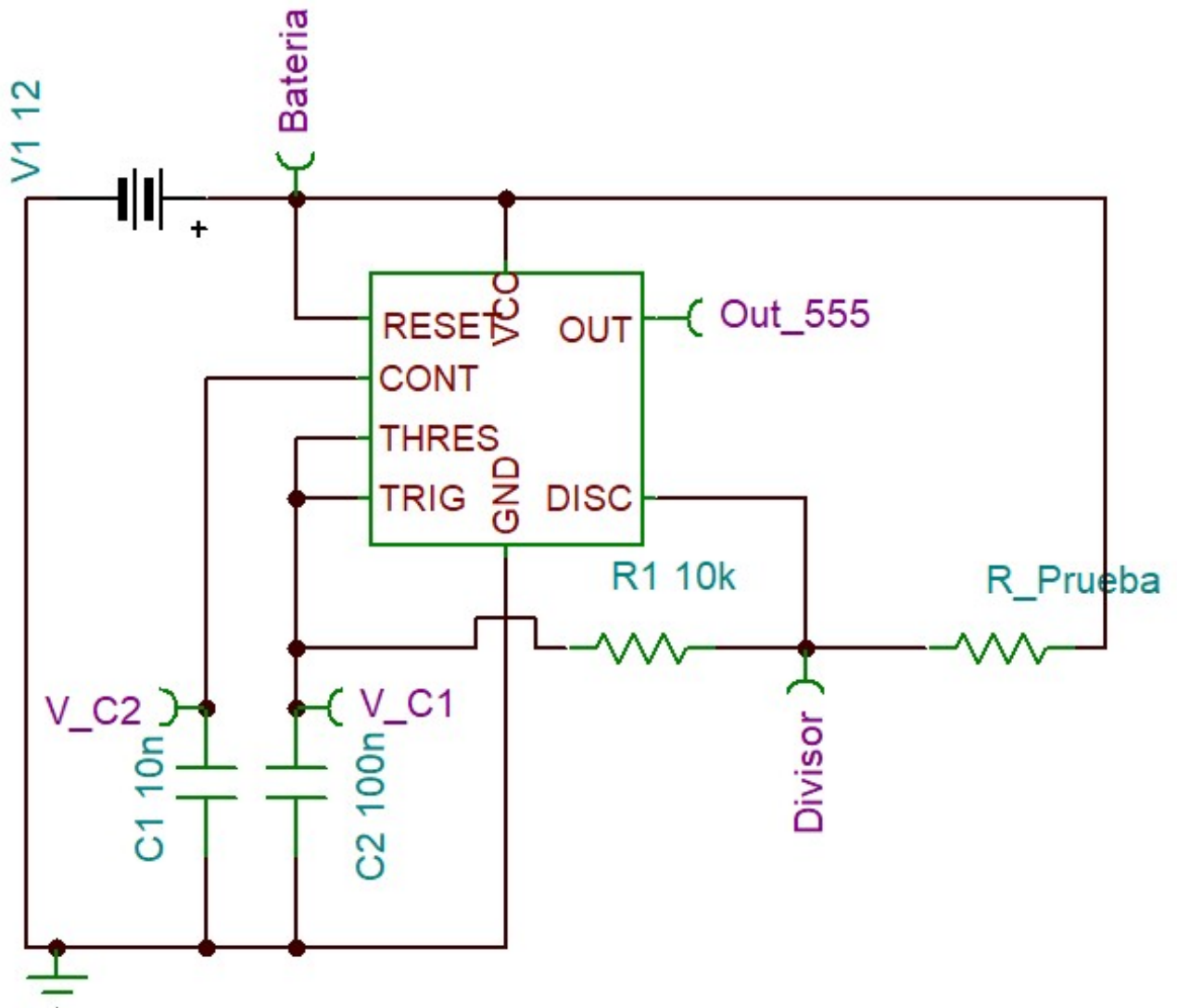


Figura 10: Prueba 555 como oscilador

la resistencia de prueba es R_2 variando esta se realizaron 2 pruebas a diferentes impedancias, la primera es a $1k\Omega$, la respuesta de esta prueba se encuentra en la Figura 11, la frecuencia teórica utilizando la ecuación 5 debería de ser 685.71Hz, experimentalmente podemos observar que la frecuencia es de 684Hz en el simulador Tina Ti. Para el caso de $10k\Omega$, la respuesta de esta prueba se encuentra en la Figura 12, la frecuencia teórica utilizando la ecuación 5 debería de ser 457.14Hz, experimentalmente podemos observar que la frecuencia es de 454.5Hz en el simulador Tina Ti.

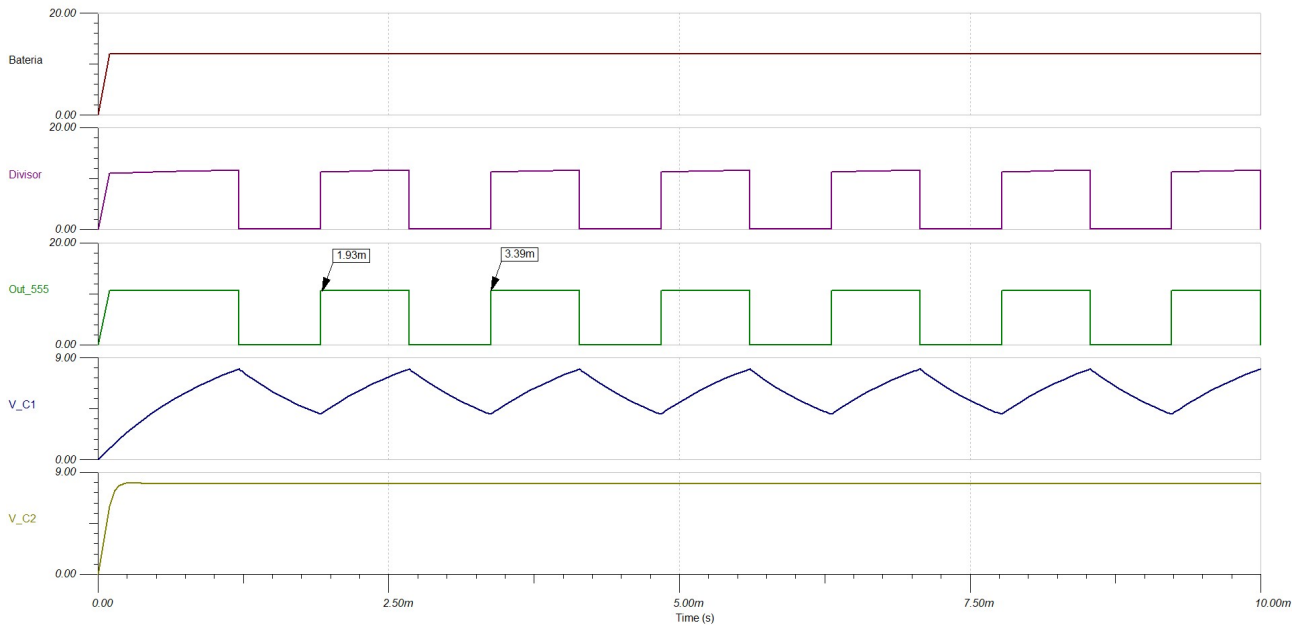


Figura 11: Respuesta del oscilador 555 con una resistencia de prueba de $1k\Omega$

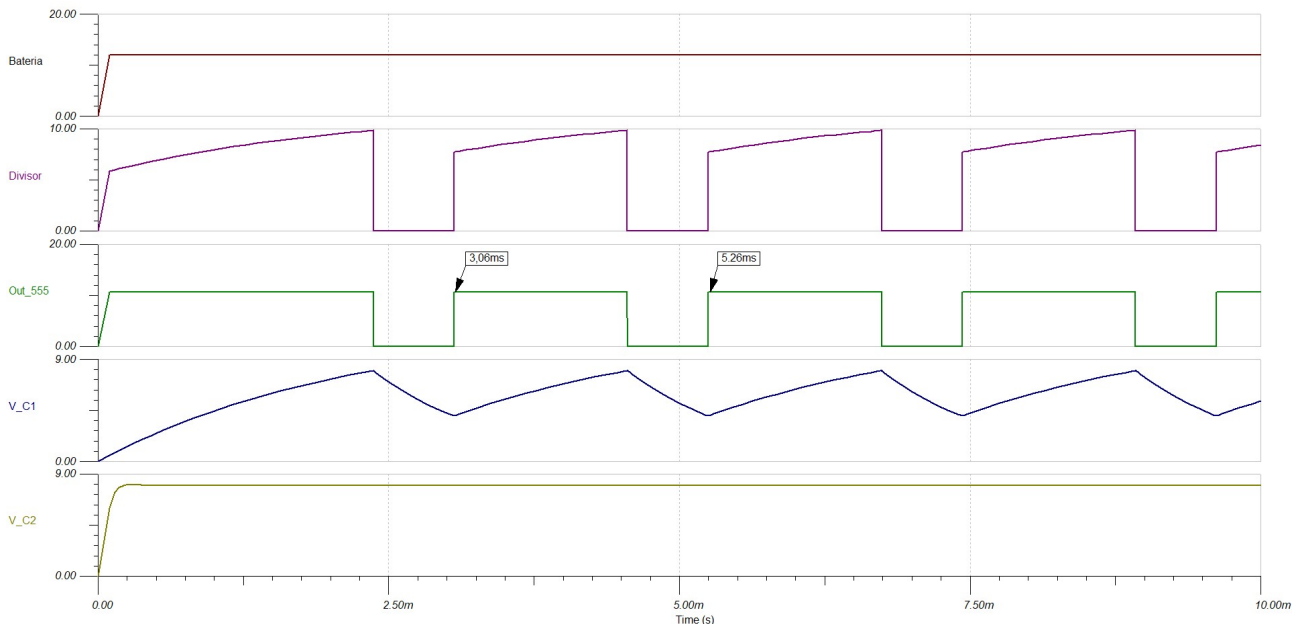


Figura 12: Respuesta del oscilador 555 con una resistencia de prueba de $11.5k\Omega$

Dado que cada nota posee una frecuencia específica se debe de determinar la impedancia necesaria para cada una de ellas, sin embargo se debe de considerar el siguiente aspecto y es

que la idea de utilizar pulsadores en el diseño es crear distintas mallas de distintas impedancias de esta manera tiene un sistema mas robusto, en la Tabla ?? se pueden observar las notas, la frecuencia necesaria para alcanzarla, la impedancia comercial que se puede alcanzar y la frecuencia teórica que produce esta impedancia.

$$R_{Prueba} = \frac{\frac{1.44}{C_1} - 2R_1 f}{f} \quad (6)$$

Si realizamos la simulación del sistema con el diagrama que se encuentra en la Figura 13, se puede observar en el diagrama que cada nota es un pulsador, la funcionalidad del pulsador es reajustar la impedancia para que el pulso de salida reajuste la frecuencia del mismo.

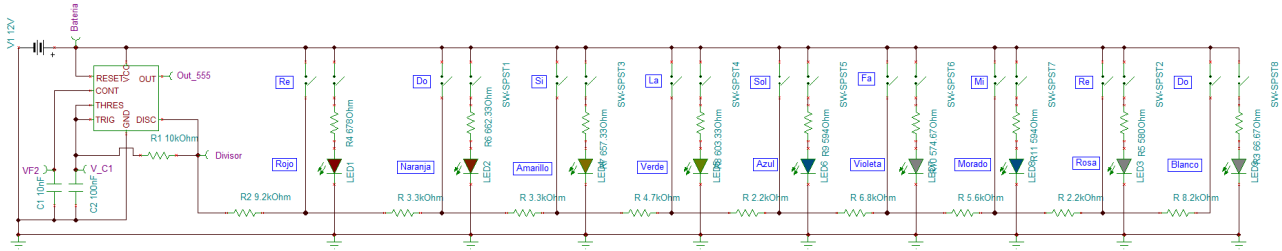


Figura 13: Esquema de órgano electrónico

En la tabla 3 se considera la frecuencia que se debería alcanzar para que suene cada notas, también se calculo la impedancia para alcanzar estas frecuencias, a su vez por el espacio utilizado en la protoboard se deben de utilizar la menor cantidad de resistencias entre los nodos de los pulsadores es por ello que se especifico la impedancia comercial necesaria, por último se especificó la frecuencia final con las impedancias comerciales y se comprueba con el uso del simulador Tina-Ti, en las Figuras 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, y 22 representan la respuesta del circuito para las distintas notas. En efecto podemos observar el proceso de conexión y desconexión del capacitor C_1 se mantiene oscilando en la conexión y desconexión, también en el caso del divisor cuando se alcanza una tensión mayor a los dos tercios de V_{cc} se apaga la salida.

Tabla 1: Cálculos de impedancia y frecuencia para la salida del circuito 555 según las notas musicales

Resumen de cálculos					
Nota	Frecuencia (Hz)	Impedancia Teórica(Ω)	Impedancia comercial (k Ω)	Frecuencia con resistencia comerciales(Hz)	Frecuencia en Tina Ti(Hz)
Re1	493	9208	9.2	493	492
Do1	440	12727	12.5	443	450
Si	392	16734	15.8	402	404
La	349	21260	20.5	355	352
Sol	329	23768	22.7	337	335
Fa	293	29146	29.5	290	312
Mi	261	35172	35.1	261	258
Re	246	38536	37.3	251	251
Do	200	52000	45.5	219	218

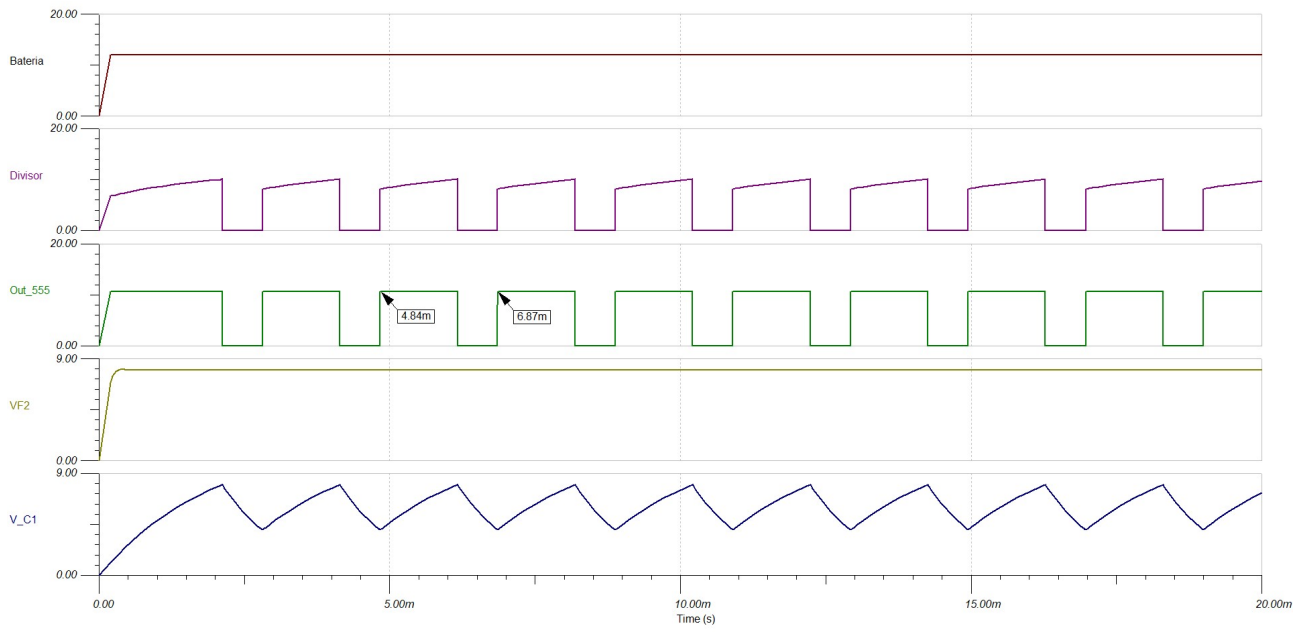


Figura 14: Respuesta del sistema para una nota Re1

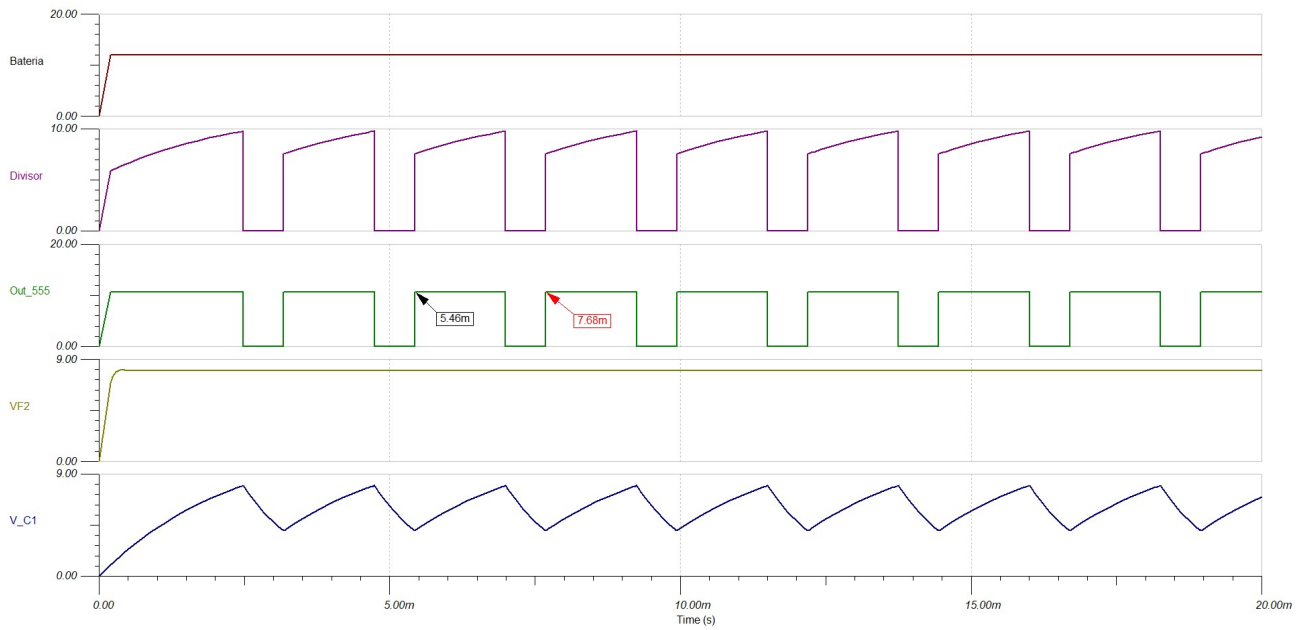


Figura 15: Respuesta del sistema para una nota Do1

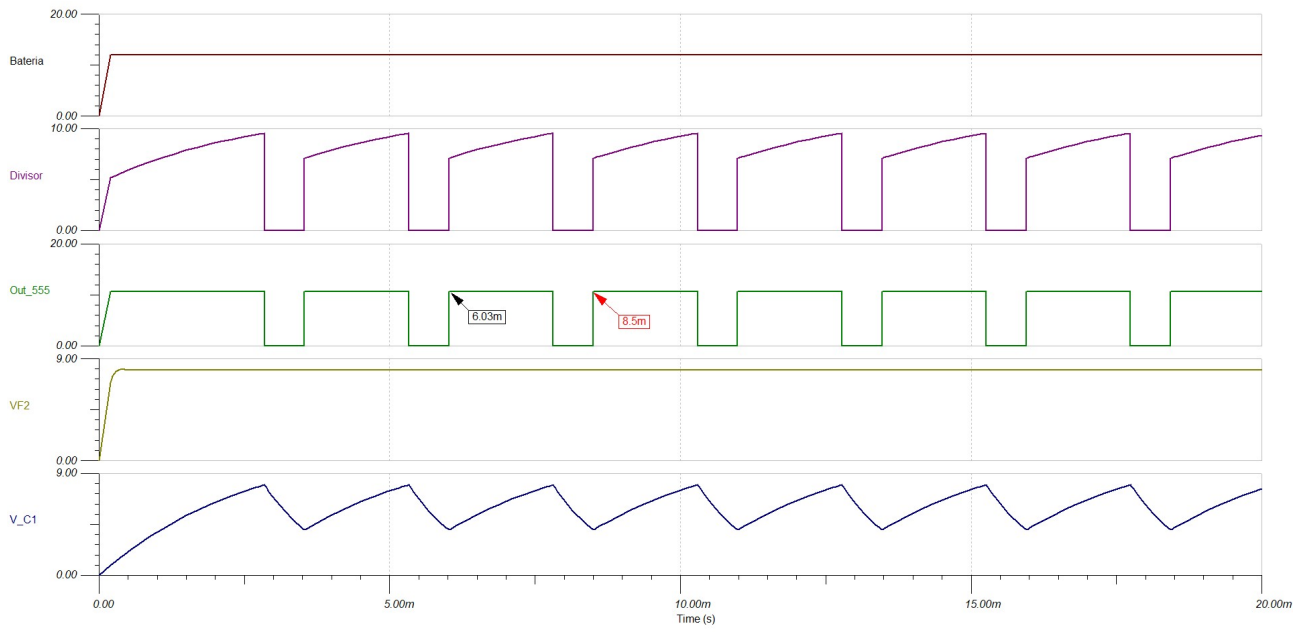


Figura 16: Respuesta del sistema para una nota Si

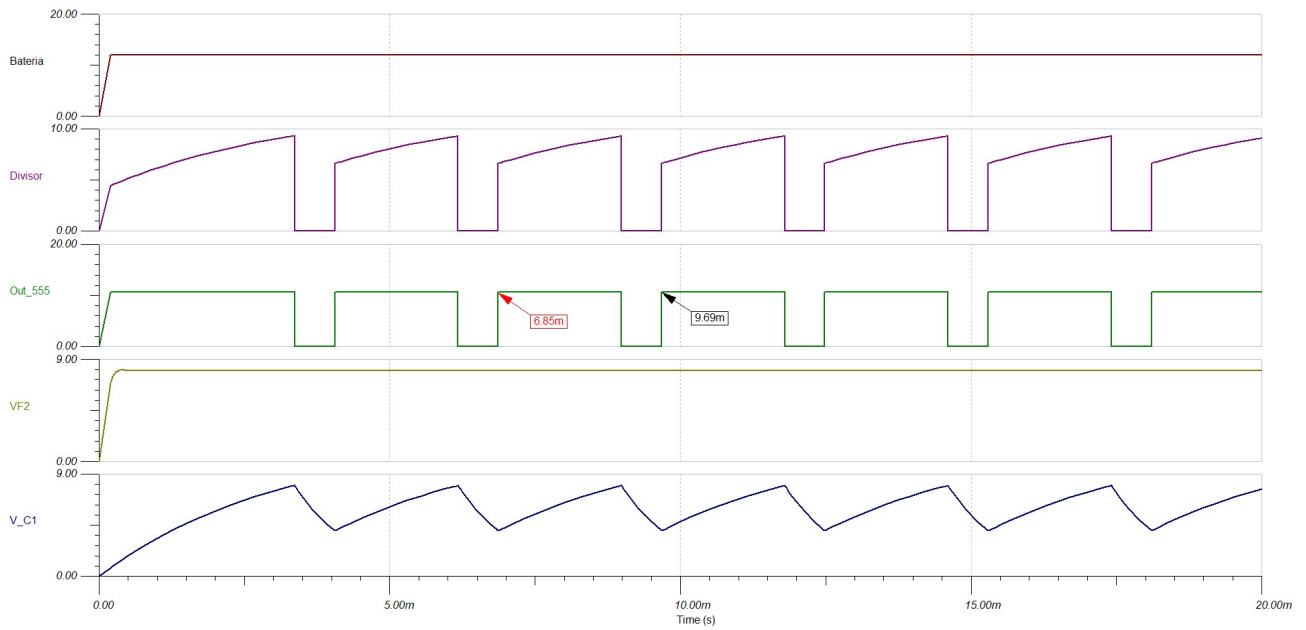


Figura 17: Respuesta del sistema para una nota La

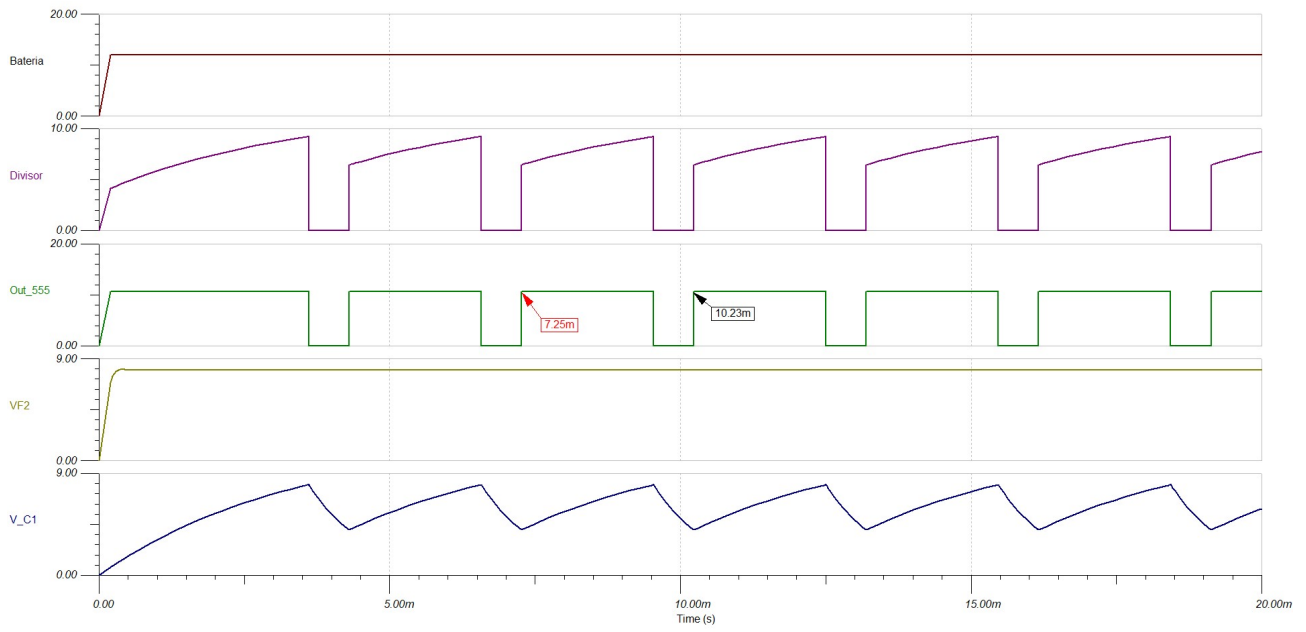


Figura 18: Respuesta del sistema para una nota Sol

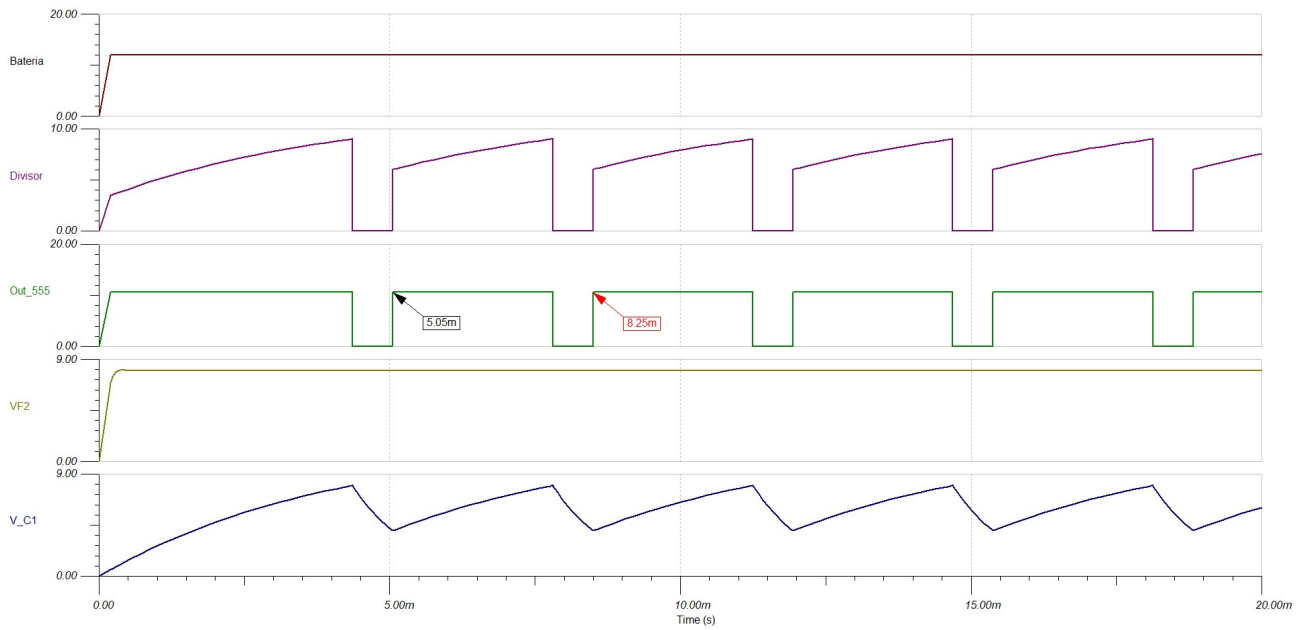


Figura 19: Respuesta del sistema para una nota Fa

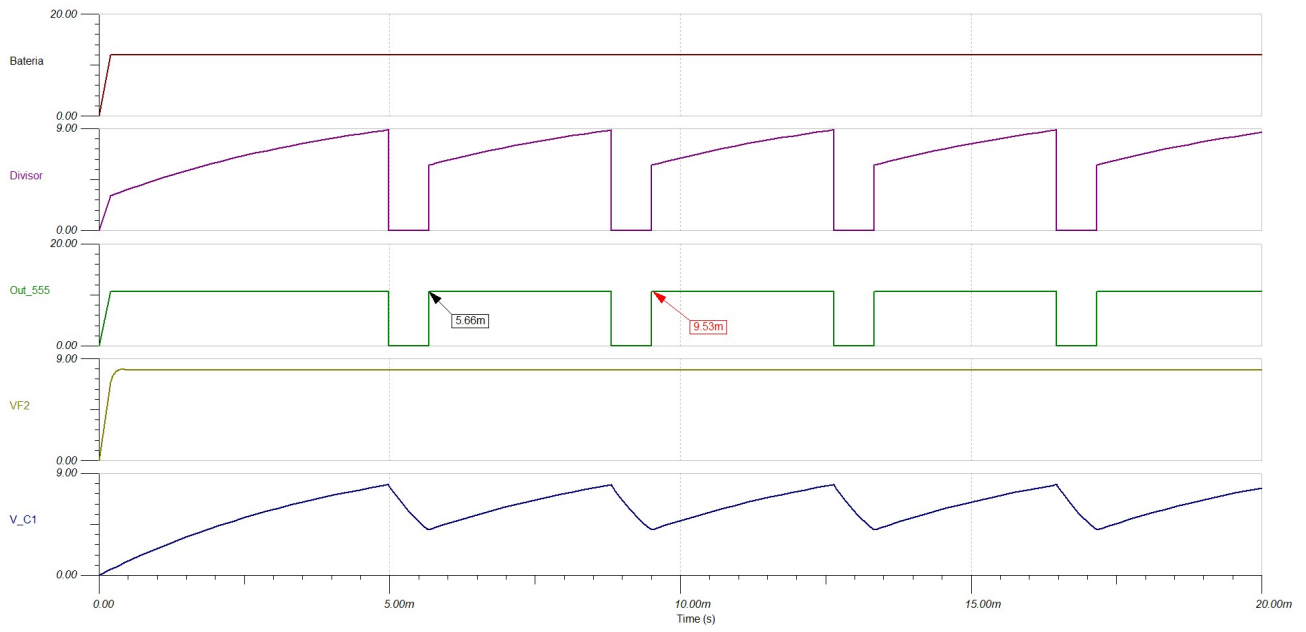


Figura 20: Respuesta del sistema para una nota Mi

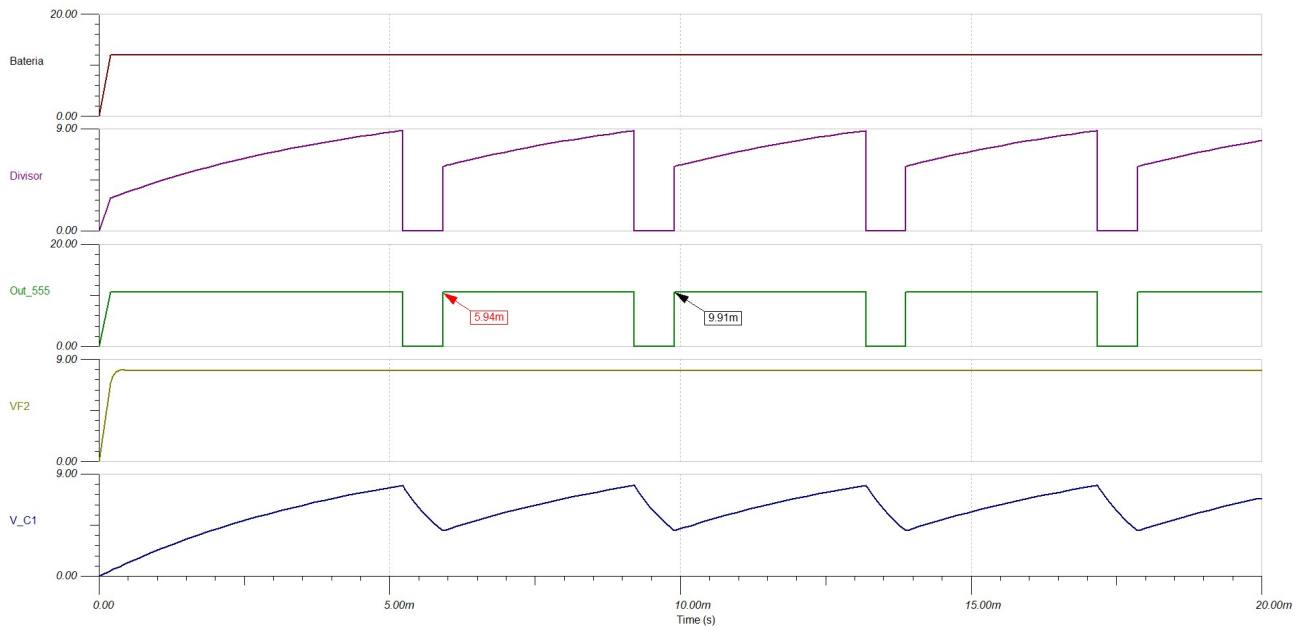


Figura 21: Respuesta del sistema para una nota Re

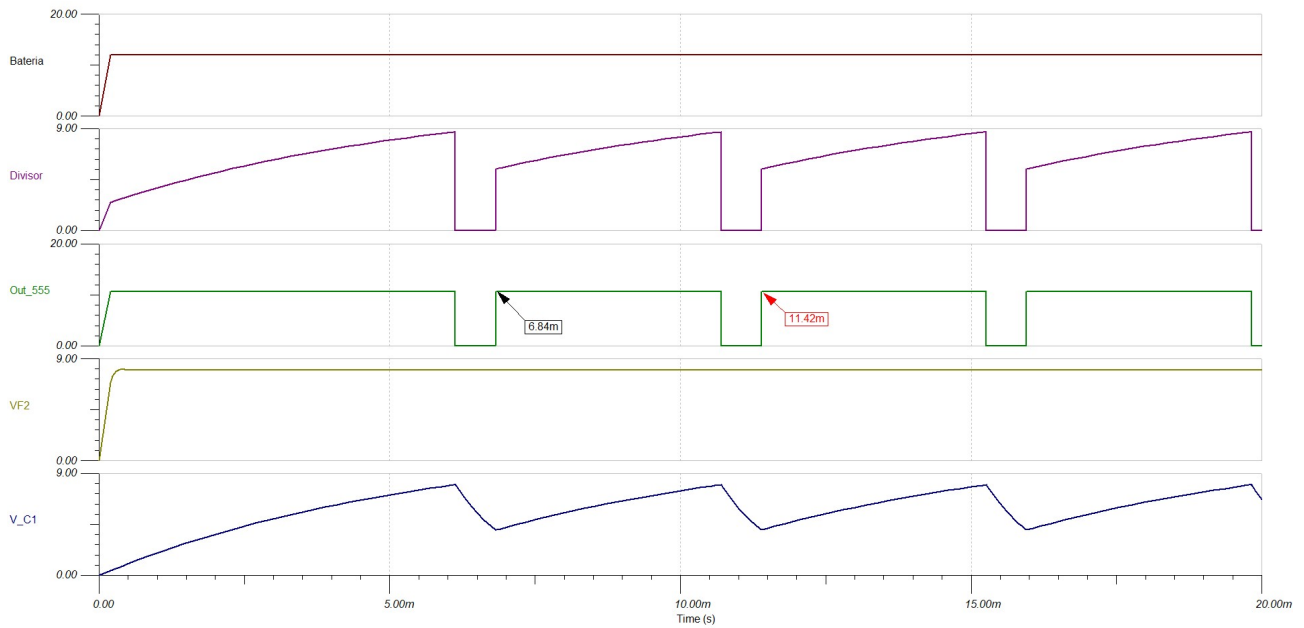


Figura 22: Respuesta del sistema para una nota Do

3.1. Diseño con activación de leds de distintos colores por nota

Para lograr este diseño se consideran distintos casos se llego a la conclusión que el mejor método para colocar los leds es la utilización de un pulsador de polo doble normalmente abierto como el que se encuentra en la Figura 23, de esta manera la interferencia de los leds y sus protecciones es la mínima.

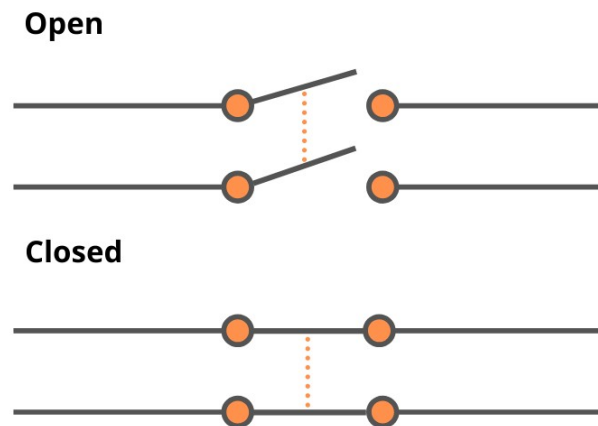


Figura 23: Pulsador de polo doble normalmente abierto[10]

Sin embargo el costo de estos pulsador es muy elevado es por ello que se decidió utilizar dos pulsadores simples de tal manera que luego se le pueda colocar un material que permita pulsar ambos al mismo tiempo. En el caso del simulador Tina-Ti también se utiliza 2 switch debido a que no existen de doble polo entre sus componentes. Se diseñó con doble polo porque se simplifica en sus cálculos y es más fácil estabilizarlo, además de que evita que su impedancia, corriente y tensión, afecten la impedancia necesaria para generar la frecuencia necesaria para cada nota distinta en el 555.

Tabla 2: Comparación entre valores teóricos y experimentales

Color LED + nota	V_{LED_T} (V)	I_T (mA)	$R_T(\Omega)$	V_{LED_E} (V)	I_E (mA)	$R_{Comercial}(\Omega)$
Rojo (Re1)	$1.63 < \Delta V < 2.03$	$10 < I < 20$	678	1.83	15	680
Naranja (Do1)	$2.03 < \Delta V < 2.10$	$10 < I < 20$	662.33	1.99	15.11	$560 + 100$
Amarillo (Si)	$2.10 < \Delta V < 2.18$	$10 < I < 20$	657.33	2.11	15.05	$560 + 100$
Verde (La)	$1.90 < \Delta V < 4.00$	$10 < I < 20$	603.33	3.09	14.77	$560 + 39$
Azul (Sol)	$2.48 < \Delta V < 3.70$	$10 < I < 20$	594	3.34	14.58	$560 + 33$
Violeta (Fa)	$2.76 < \Delta V < 4.00$	$10 < I < 20$	574.67	—	—	$560 + 15$
Morado (Mi)	$2.48 < \Delta V < 3.70$	$10 < I < 20$	594	3.34	14.58	$560 + 33$
Rosa (Re)	ΔV aprox. 3.3	$10 < I < 20$	580	—	—	$560 + 22$
Blanco (Do)	ΔV aprox. 3.5	$10 < I < 20$	566.67	3.41	15.16	$560 + 8.2$

Como se puede observar en la figura 13, es requerido el uso de resistencias de protección para el flujo de la corriente por los LEDs de forma segura. La forma es que se calculó el valor de estas resistencias fue realizando una ley de tensiones de kirchhoff en cada malla cuando el switch está cerrado. Dicha ecuación está dada por:

$$12V - V_{LED} = R \cdot 15mA$$

y despejando la resistencia

$$R = \frac{12V - V_{LED}}{15mA} \quad (7)$$

Para encontrar el valor de R se requiere la tensión de cada LED. Basado en la información de los LEDs en la bodega del edificio de ingeniería eléctrica, conocemos el rango de tensión en el que se encuentra cada uno de los que vamos a utilizar. Para el cálculo de estas resistencias, se tomó el promedio del valor mínimo y máximo de cada LED. Claro, los valores obtenidos de estas resistencias son muy específicos, por lo cual en el laboratorio no se pueden usar esos valores exactos, sino que se pedirán ciertas resistencias en la bodega que aproximen el valor requerido.

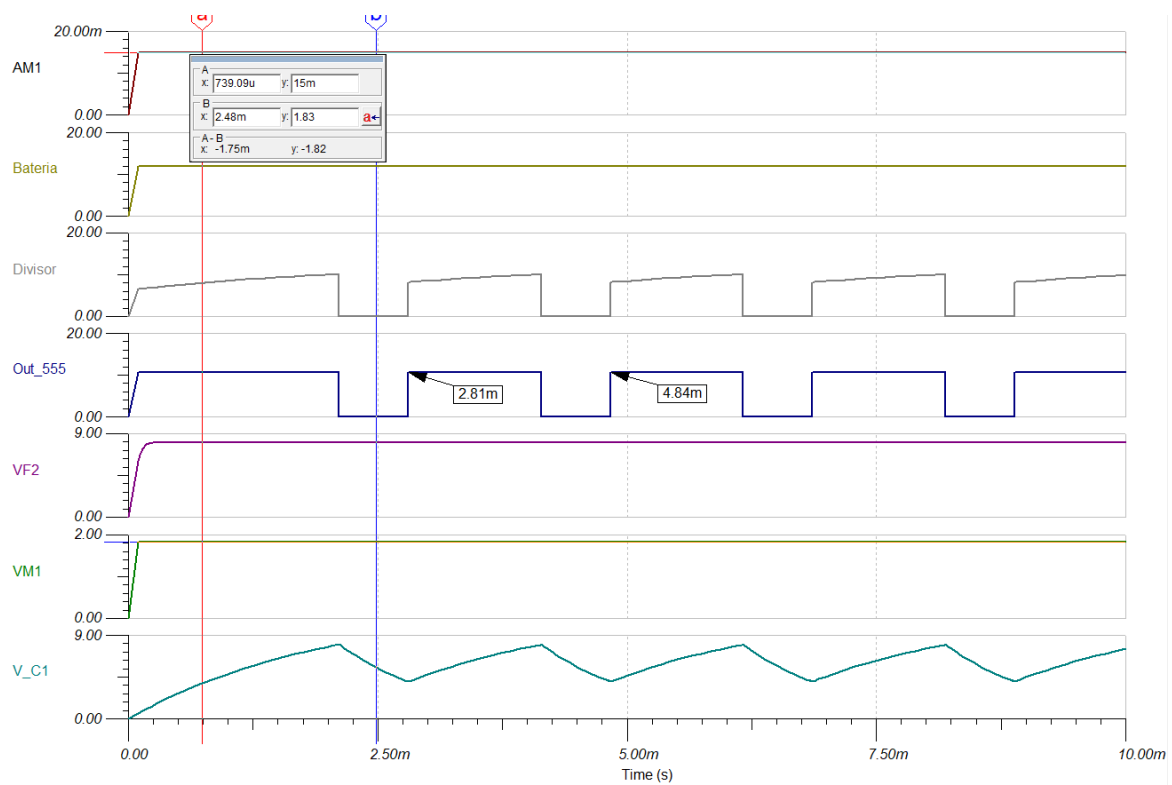


Figura 24: Respuesta en corriente y tensión del LED rojo y la frecuencia de la nota relacionada.

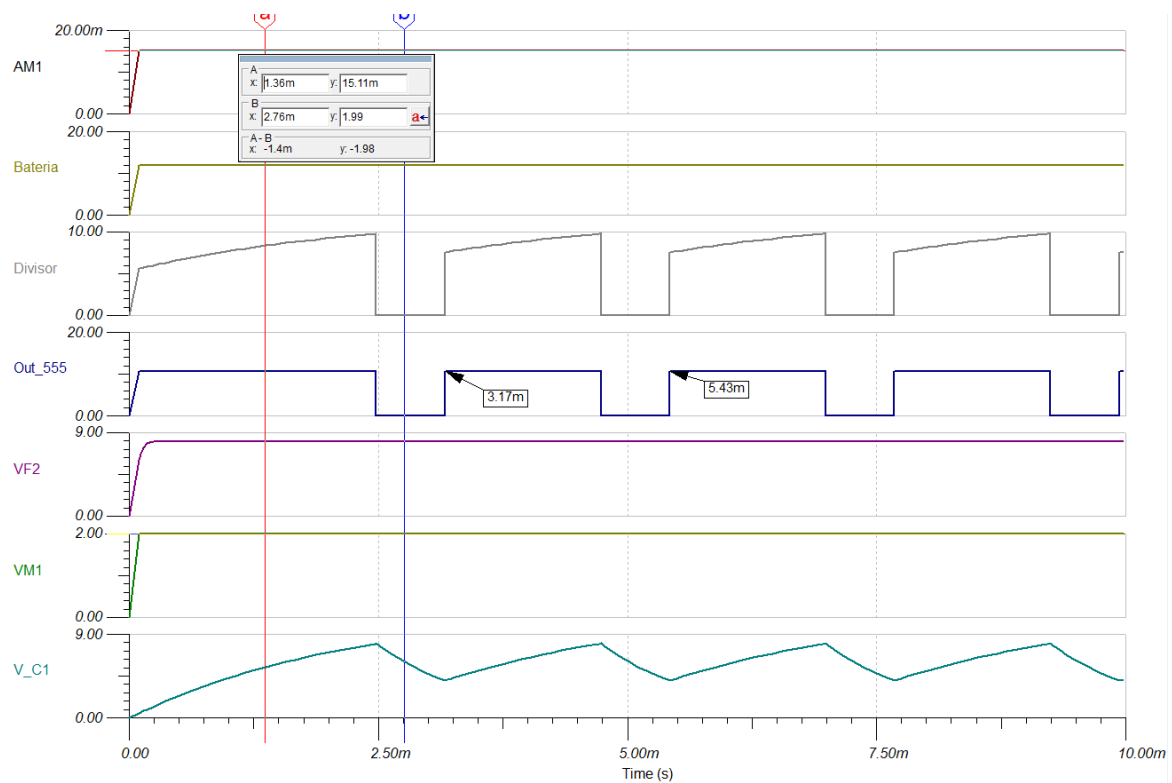


Figura 25: Respuesta en corriente y tensión del LED naranja y la frecuencia de la nota relacionada.

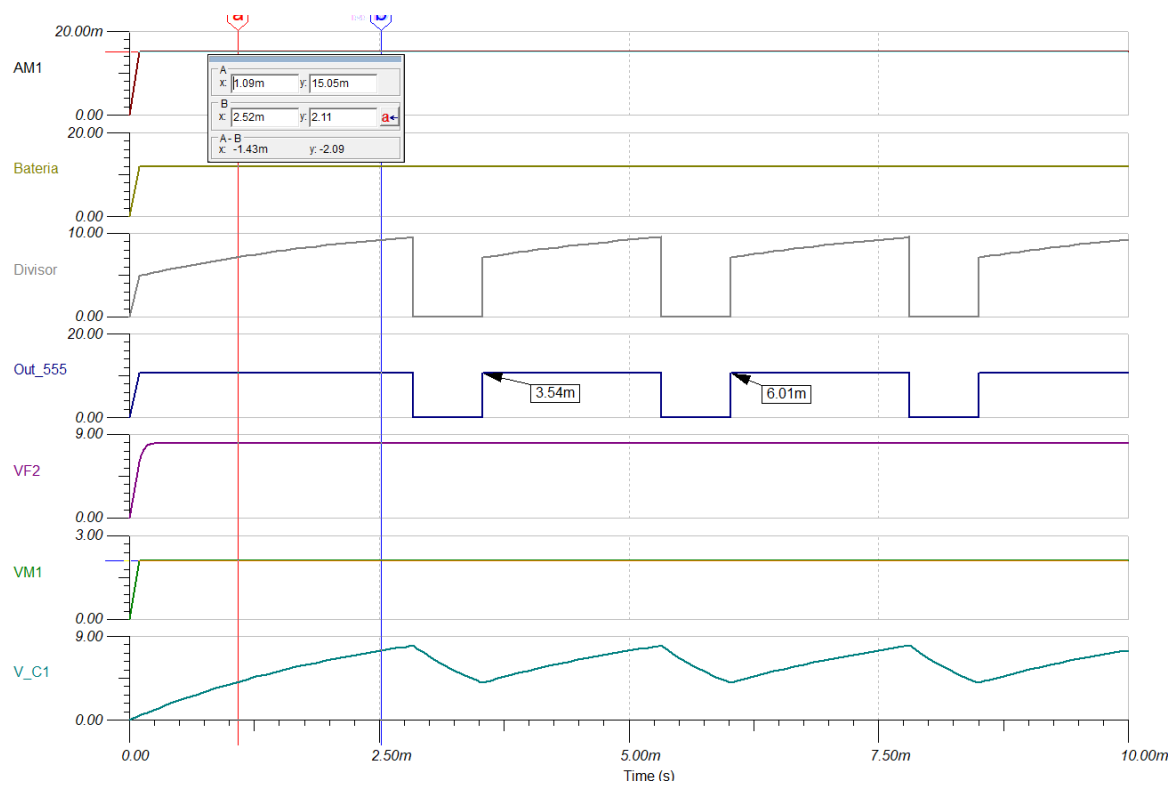


Figura 26: Respuesta en corriente y tensión del LED amarillo y la frecuencia de la nota relacionada.

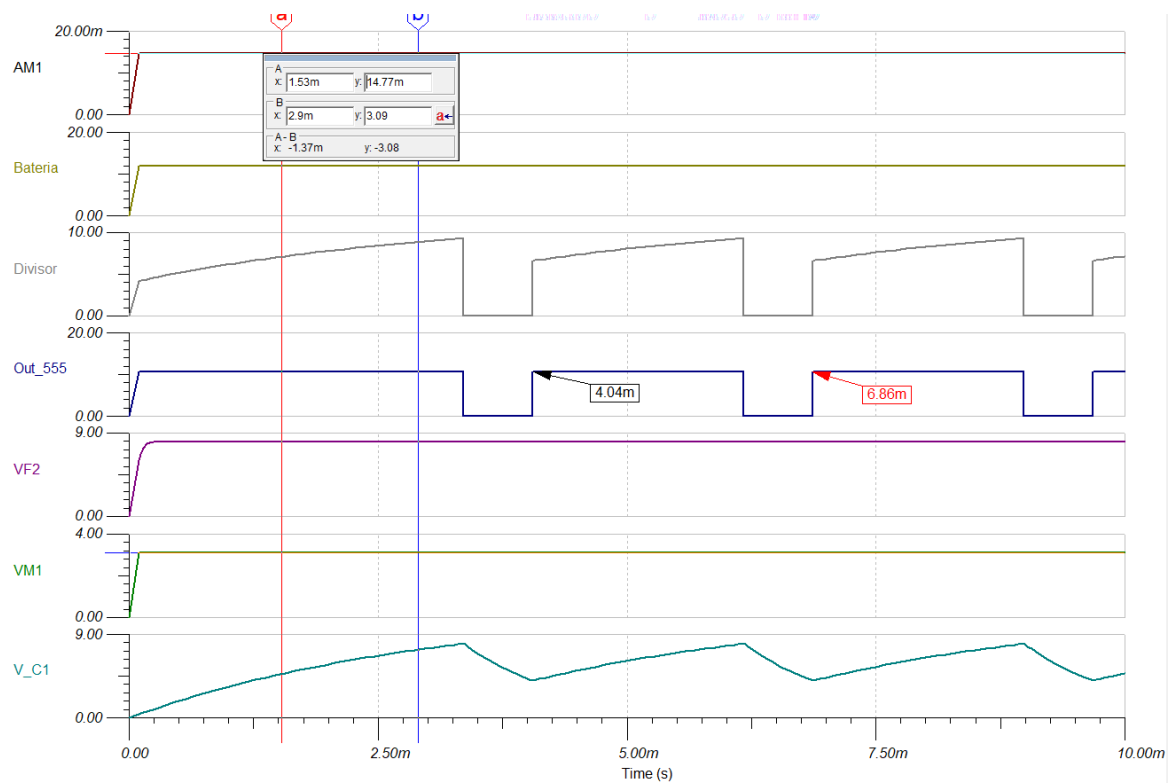


Figura 27: Respuesta en corriente y tensión del LED verde y la frecuencia de la nota relacionada.

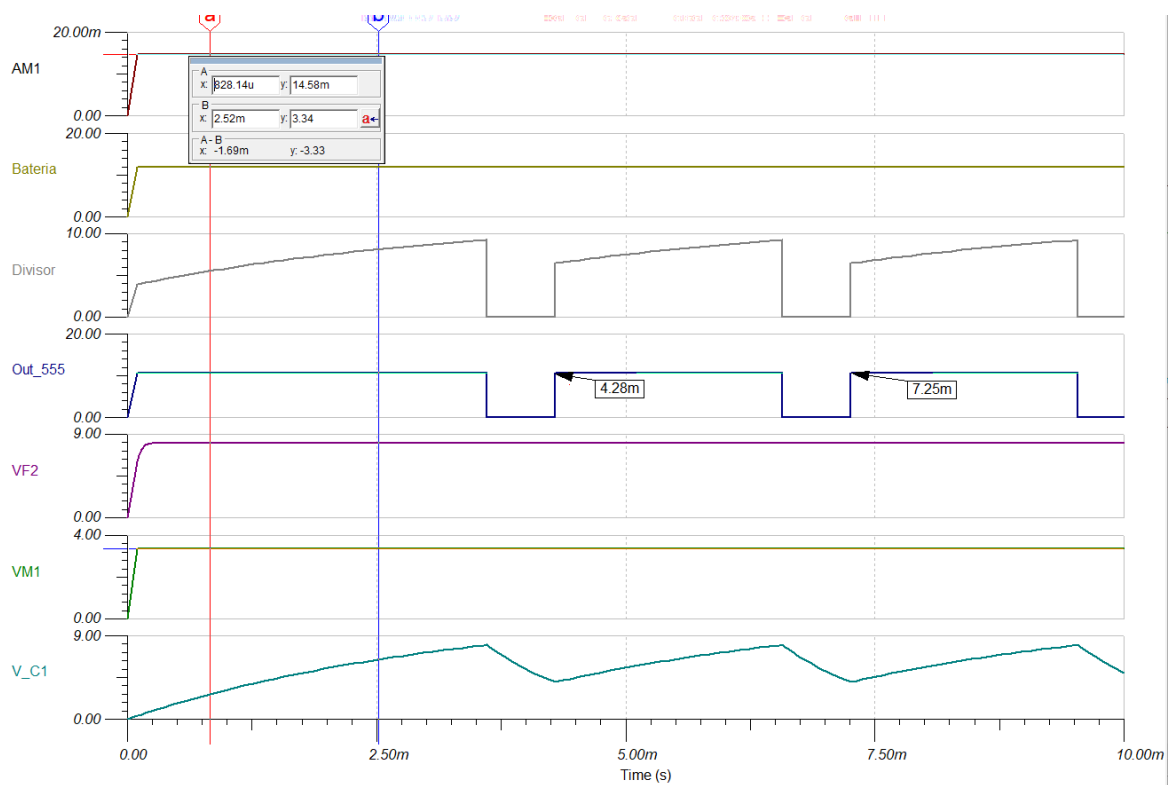


Figura 28: Respuesta en corriente y tensión del LED azul y la frecuencia de la nota relacionada.

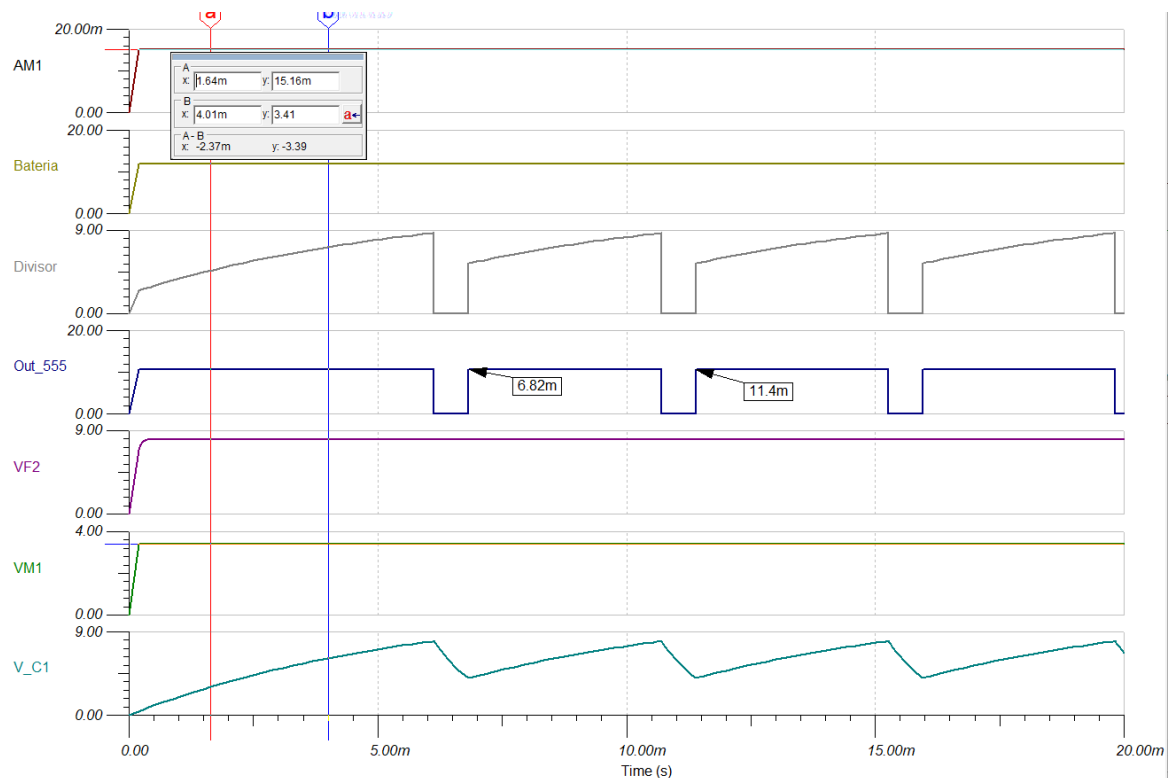


Figura 29: Respuesta en corriente y tensión del LED blanco y la frecuencia de la nota relacionada.

Como se muestra en la tabla 2 y en la hoja de información de LEDs de la bodega, la corriente que fluye por los LEDs debe encontrarse entre 10mA y 20mA. Por esta razón es que en la ecuación (7) se asignó un valor de 15mA a la corriente, para estar seguros. Como puede ser

observado por las gráficas anteriores, todos los valores de corriente dan en efecto entre 14.58mA y 15.11mA, probando un porcentaje de error muy pequeño y que los LEDs no se dañarán. En las gráficas también se puede observar que el valor de la tensión de cada LED coincide igualmente con un porcentaje de error muy bajo con los valores teóricos esperados.

4. Lista de equipos

La lista de equipos utilizados en el experimento se muestra

Tabla 3: Lista de equipos

Equipo	Modelo	Sigla
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

5. Lista de componentes

La lista de componentes utilizados en el experimento se muestra en la Tabla 4.

Tabla 4: Lista de componentes

Componente	Sigla	Valor nominal	Valor real	Potencia
Resistor	R_1	$10\text{k}\Omega$	—	0.25W
Resistor	R_2	$9.2\text{k}\Omega$	—	0.25W
Resistor	R_3	$3.3\text{k}\Omega$	—	0.25W
Resistor	R_4	$3.3\text{k}\Omega$	—	0.25W
Resistor	R_5	$4.7\text{k}\Omega$	—	0.25W
Resistor	R_6	$2.2\text{k}\Omega$	—	0.25W
Resistor	R_7	$6.8\text{k}\Omega$	—	0.25W
Resistor	R_8	$5.6\text{k}\Omega$	—	0.25W
Resistor	R_9	$2.2\text{k}\Omega$	—	0.25W
Resistor	R_{10}	$8.2\text{k}\Omega$	—	0.25W
Resistor	R_{11}	678Ω	—	0.25W
Resistor	R_{12}	662.33Ω	—	0.25W
Resistor	R_{13}	657.33Ω	—	0.25W
Resistor	R_{14}	603.33Ω	—	0.25W
Resistor	R_{15}	594Ω	—	0.25W
Resistor	R_{16}	574.67Ω	—	0.25W
Resistor	R_{17}	594Ω	—	0.25W
Resistor	R_{18}	580Ω	—	0.25W
Resistor	R_{19}	566.67Ω	—	0.25W
Batería	V_1	12V	—	—
Capacitor cerámico	C_1	$0.1\mu F$	—	—
Capacitor cerámico	C_2	$0.01\mu F$	—	—
Capacitor electrolítico	C_3	$22\mu F/25V$	—	—
Circuito integrado 555	IC1	—	—	—
Parlante	SP1	8Ω	—	0.25W
18 Pulsadores	—	—	—	—
1 LED rojo	LED1	$1.63V < \Delta V < 2.03V$	—	—
1 LED naranja	LED2	$2.03V < \Delta V < 2.10V$	—	—
1 LED amarillo	LED3	$2.10V < \Delta V < 2.18V$	—	—
1 LED verde	LED4	$1.90V < \Delta V < 4.00V$	—	—
1 LED azul	LED5	$2.48V < \Delta V < 3.70V$	—	—
1 LED violeta	LED6	$2.76V < \Delta V < 4.00V$	—	—
1 LED morado	LED7	$2.48V < \Delta V < 3.70V$	—	—
1 LED rosa	LED8	ΔV aprox. 3.3V	—	—
1 LED blanco	LED9	ΔV aprox. 3.5V	—	—

Referencias

- [1] F. Miyara, *OSCILADORES SENOIDALES, Segunda edición*, 2004.
- [2] T. L. Floyd, *Dispositivos electrónicos, Octava edición*. Pearson Educación, 2008.
- [3] N. Anaya. Transmision de la voz. [Online]. Available: <https://elastixtech.com/fundamentos-de-telefonía/transmision-de-la-voz/>
- [4] C. Pentagrama. (2020) Tabla frecuencias notas musicales. [Online]. Available: <https://www.ciudadpentagrama.com/2020/01/tabla-frecuencias-notas-musicales.html>
- [5] G. M. Ballou, *Handbook for sound engineers, 4th edn*. Focal Press, 2008.
- [6] V. García. (2010) Pulsadores. [Online]. Available: <https://www.diarioelectronicohoy.com/blog/pulsadores-sin-rebotes>
- [7] A. Tecnología. Pulsador. [Online]. Available: <https://www.areatecnologia.com/electricidad/pulsador.html>
- [8] *LM555 Timer*. Texas Instruments, 2000.
- [9] E. Duque and J. Hernández, *Curso práctico de electrónica moderna: Volumen 5*. Compañía Editorial Tecnológica, 1998.
- [10] H. T. LTD. What is a double pole switch? [Online]. Available: <https://www.herga.com/news-media/technical-blog-archive/what-is-a-double-pole-switch->

LM555 Timer

1 Features

- Direct Replacement for SE555/NE555
- Timing from Microseconds through Hours
- Operates in Both Astable and Monostable Modes
- Adjustable Duty Cycle
- Output Can Source or Sink 200 mA
- Output and Supply TTL Compatible
- Temperature Stability Better than 0.005% per °C
- Normally On and Normally Off Output
- Available in 8-pin VSSOP Package

2 Applications

- Precision Timing
- Pulse Generation
- Sequential Timing
- Time Delay Generation
- Pulse Width Modulation
- Pulse Position Modulation
- Linear Ramp Generator

3 Description

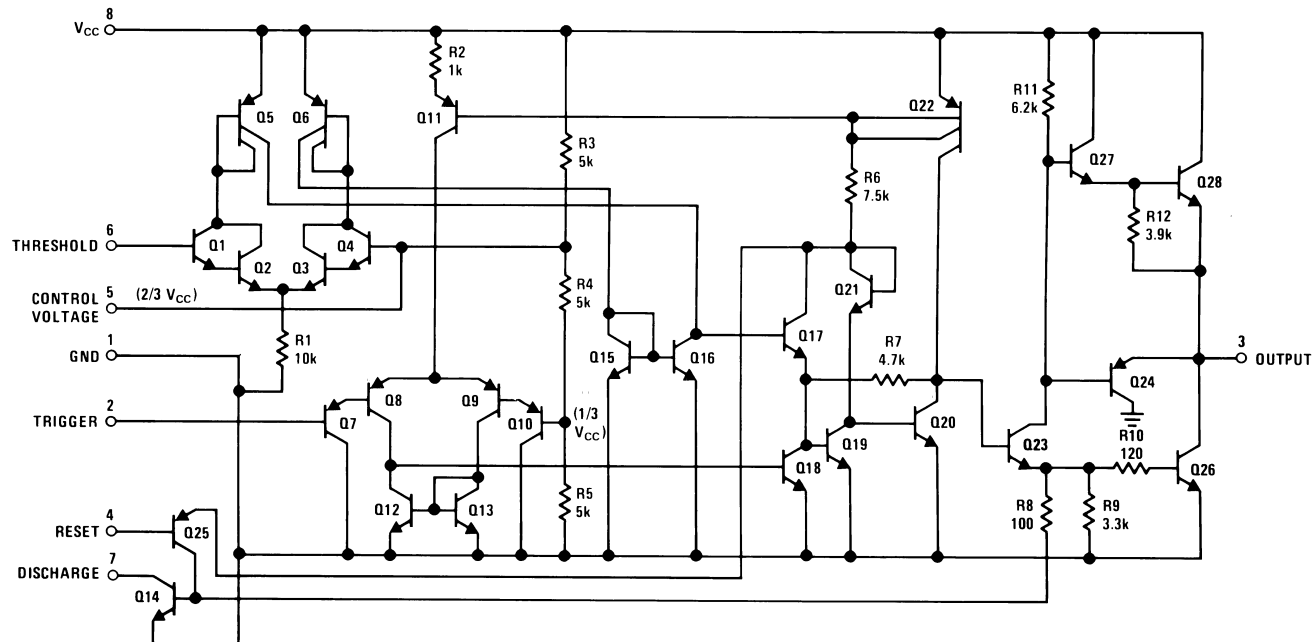
The LM555 is a highly stable device for generating accurate time delays or oscillation. Additional terminals are provided for triggering or resetting if desired. In the time delay mode of operation, the time is precisely controlled by one external resistor and capacitor. For a stable operation as an oscillator, the free running frequency and duty cycle are accurately controlled with two external resistors and one capacitor. The circuit may be triggered and reset on falling waveforms, and the output circuit can source or sink up to 200 mA or drive TTL circuits.

Device Information⁽¹⁾

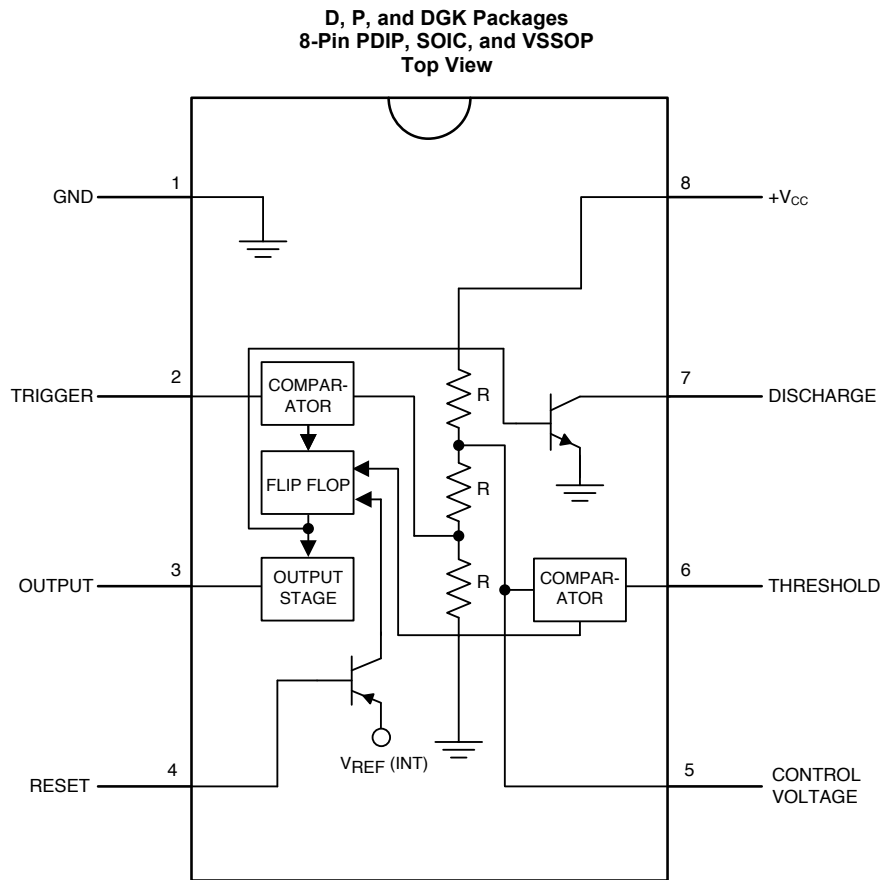
PART NUMBER	PACKAGE	BODY SIZE (NOM)
LM555	SOIC (8)	4.90 mm × 3.91 mm
	PDIP (8)	9.81 mm × 6.35 mm
	VSSOP (8)	3.00 mm × 3.00 mm

(1) For all available packages, see the orderable addendum at the end of the datasheet.

Schematic Diagram



5 Pin Configuration and Functions



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 ⁺	I	Supply voltage with respect to GND

LM555

SNAS548D – FEBRUARY 2000 – REVISED JANUARY 2015

www.ti.com

6 Specifications

6.1 Absolute Maximum Ratings

over operating free-air temperature range (unless otherwise noted)⁽¹⁾⁽²⁾

			MIN	MAX	UNIT
Power Dissipation ⁽³⁾		LM555CM, LM555CN ⁽⁴⁾		1180	mW
		LM555CMM		613	mW
Soldering Information	PDIP Package	Soldering (10 Seconds)		260	°C
	Small Outline Packages (SOIC and VSSOP)	Vapor Phase (60 Seconds)		215	°C
		Infrared (15 Seconds)		220	°C
Storage temperature, T _{stg}			–65	150	°C

- (1) Stresses beyond those listed under *Absolute Maximum Ratings* may cause permanent damage to the device. These are stress ratings only, which do not imply functional operation of the device at these or any other conditions beyond those indicated under *Recommended Operating Conditions*. Exposure to absolute-maximum-rated conditions for extended periods may affect device reliability.
- (2) If Military/Aerospace specified devices are required, please contact the TI Sales Office/Distributors for availability and specifications.
- (3) For operating at elevated temperatures the device must be derated above 25°C based on a 150°C maximum junction temperature and a thermal resistance of 106°C/W (PDIP), 170°C/W (SOIC-8), and 204°C/W (VSSOP) junction to ambient.
- (4) Refer to RETS555X drawing of military LM555H and LM555J versions for specifications.

6.2 ESD Ratings

			VALUE	UNIT
V _(ESD)	Electrostatic discharge	Human-body model (HBM), per ANSI/ESDA/JEDEC JS-001 ⁽¹⁾	±500 ⁽²⁾	V

- (1) JEDEC document JEP155 states that 500-V HBM allows safe manufacturing with a standard ESD control process.
- (2) The ESD information listed is for the SOIC package.

6.3 Recommended Operating Conditions

over operating free-air temperature range (unless otherwise noted)

	MIN	MAX	UNIT
Supply Voltage		18	V
Temperature, T _A	0	70	°C
Operating junction temperature, T _J		70	°C

6.4 Thermal Information

THERMAL METRIC ⁽¹⁾		LM555			UNIT
		PDIP	SOIC	VSSOP	
		8 PINS			
R _{θJA}	Junction-to-ambient thermal resistance	106	170	204	°C/W

- (1) For more information about traditional and new thermal metrics, see the *IC Package Thermal Metrics* application report, [SPRA953](#).

6.5 Electrical Characteristics

($T_A = 25^\circ\text{C}$, $V_{CC} = 5\text{ V}$ to 15 V , unless otherwise specified)⁽¹⁾⁽²⁾

PARAMETER	TEST CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNIT
Supply Voltage		4.5		16	V
Supply Current	$V_{CC} = 5\text{ V}$, $R_L = \infty$		3	6	mA
	$V_{CC} = 15\text{ V}$, $R_L = \infty$ (Low State) ⁽³⁾		10	15	
Timing Error, Monostable					
Initial Accuracy			1 %		
Drift with Temperature	$R_A = 1\text{ k}$ to $100\text{ k}\Omega$,		50		ppm/ $^\circ\text{C}$
	$C = 0.1\text{ }\mu\text{F}$, ⁽⁴⁾				
Accuracy over Temperature			1.5 %		
Drift with Supply			0.1 %		V
Timing Error, Astable					
Initial Accuracy			2.25		
Drift with Temperature	$R_A, R_B = 1\text{ k}$ to $100\text{ k}\Omega$,		150		ppm/ $^\circ\text{C}$
	$C = 0.1\text{ }\mu\text{F}$, ⁽⁴⁾				
Accuracy over Temperature			3.0%		
Drift with Supply			0.30 %		/V
Threshold Voltage			0.667		$\times V_{CC}$
Trigger Voltage	$V_{CC} = 15\text{ V}$		5		V
	$V_{CC} = 5\text{ V}$		1.67		V
Trigger Current			0.5	0.9	μA
Reset Voltage		0.4	0.5	1	V
Reset Current			0.1	0.4	mA
Threshold Current	⁽⁵⁾		0.1	0.25	μA
Control Voltage Level	$V_{CC} = 15\text{ V}$	9	10	11	V
	$V_{CC} = 5\text{ V}$	2.6	3.33	4	
Pin 7 Leakage Output High			1	100	nA
Pin 7 Sat ⁽⁶⁾					
Output Low	$V_{CC} = 15\text{ V}$, $I_L = 15\text{ mA}$		180		mV
Output Low	$V_{CC} = 4.5\text{ V}$, $I_L = 4.5\text{ mA}$		80	200	mV
Output Voltage Drop (Low)	$V_{CC} = 15\text{ V}$				
	$I_{SINK} = 10\text{ mA}$		0.1	0.25	V
	$I_{SINK} = 50\text{ mA}$		0.4	0.75	V
	$I_{SINK} = 100\text{ mA}$		2	2.5	V
	$I_{SINK} = 200\text{ mA}$		2.5		V
	$V_{CC} = 5\text{ V}$				
	$I_{SINK} = 8\text{ mA}$				V
	$I_{SINK} = 5\text{ mA}$		0.25	0.35	V

(1) All voltages are measured with respect to the ground pin, unless otherwise specified.

(2) **Absolute Maximum Ratings** indicate limits beyond which damage to the device may occur. **Recommended Operating Conditions** indicate conditions for which the device is functional, but do not ensure specific performance limits. **Electrical Characteristics** state DC and AC electrical specifications under particular test conditions which ensures specific performance limits. This assumes that the device is within the **Recommended Operating Conditions**. Specifications are not ensured for parameters where no limit is given, however, the typical value is a good indication of device performance.

(3) Supply current when output high typically 1 mA less at $V_{CC} = 5\text{ V}$.

(4) Tested at $V_{CC} = 5\text{ V}$ and $V_{CC} = 15\text{ V}$.

(5) This will determine the maximum value of $R_A + R_B$ for 15 V operation. The maximum total ($R_A + R_B$) is $20\text{ M}\Omega$.

(6) No protection against excessive pin 7 current is necessary providing the package dissipation rating will not be exceeded.

LM555

SNAS548D – FEBRUARY 2000 – REVISED JANUARY 2015

www.ti.com
Electrical Characteristics (continued)
 $(T_A = 25^\circ\text{C}, V_{CC} = 5\text{ V to } 15\text{ V, unless otherwise specified})^{(1)(2)}$

PARAMETER	TEST CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNIT
Output Voltage Drop (High)	$I_{\text{SOURCE}} = 200\text{ mA}, V_{CC} = 15\text{ V}$		12.5		V
	$I_{\text{SOURCE}} = 100\text{ mA}, V_{CC} = 15\text{ V}$	12.75	13.3		V
	$V_{CC} = 5\text{ V}$	2.75	3.3		V
Rise Time of Output			100		ns
Fall Time of Output			100		ns

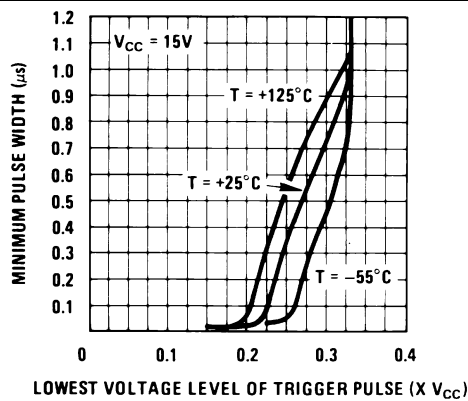
6.6 Typical Characteristics


Figure 1. Minimum Pulse Width Required For Triggering

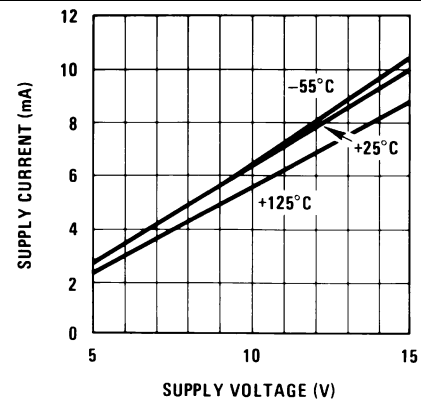


Figure 2. Supply Current vs. Supply Voltage

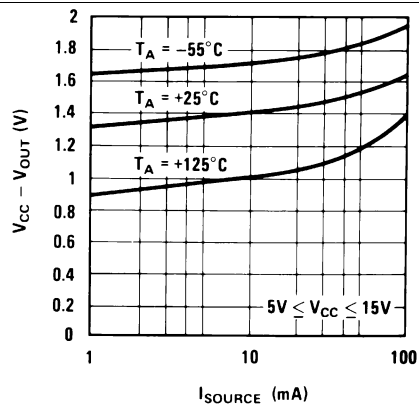


Figure 3. High Output Voltage vs. Output Source Current

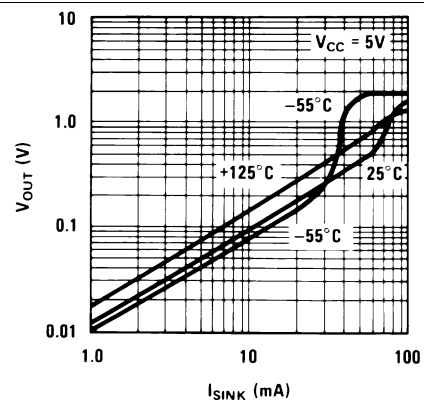


Figure 4. Low Output Voltage vs. Output Sink Current

Typical Characteristics (continued)

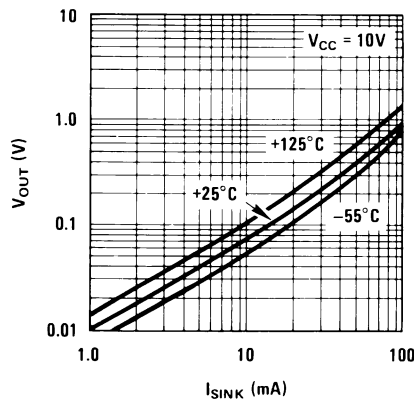


Figure 5. Low Output Voltage vs. Output Sink Current

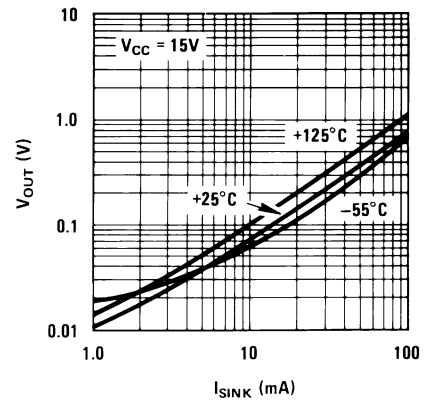


Figure 6. Low Output Voltage vs. Output Sink Current

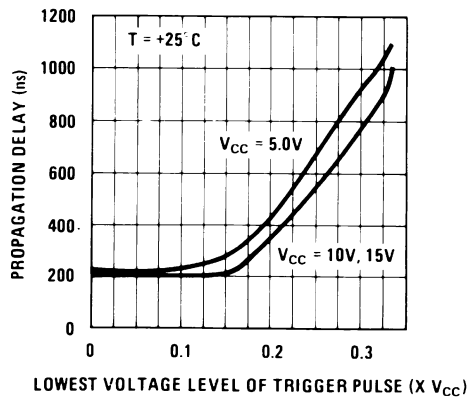


Figure 7. Output Propagation Delay vs. Voltage Level of Trigger Pulse

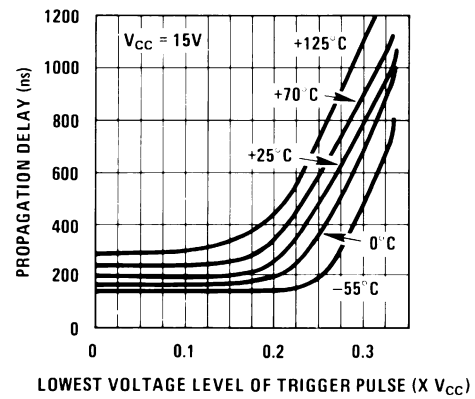


Figure 8. Output Propagation Delay vs. Voltage Level of Trigger Pulse

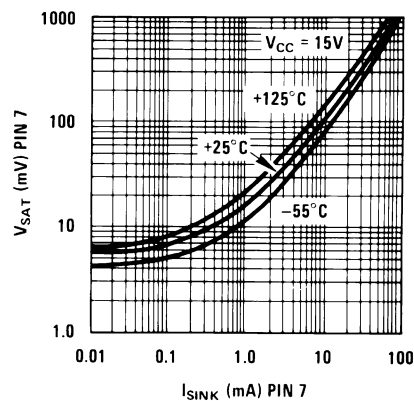


Figure 9. Discharge Transistor (Pin 7) Voltage vs. Sink Current

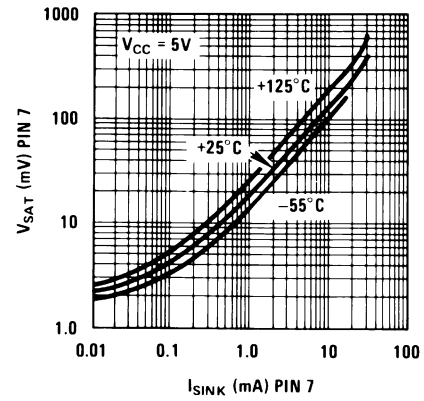


Figure 10. Discharge Transistor (Pin 7) Voltage vs. Sink Current

93 13275

RadioShack Corporation, Fort Worth, TX 76102

FECHA ENT.

FIRMA

Longitudes de onda, voltajes y corrientes de leds

Color	Long. de onda (nm)	Voltaje (V)	Corriente (mA)
Infrarrojo	$\lambda > 760$	$\Delta V < 1,63$	$10 < I < 20$
Rojo	$610 < \lambda < 760$	$1,63 < \Delta V < 2,03$	
Naranja	$590 < \lambda < 610$	$2,03 < \Delta V < 2,10$	
Amarillo	$570 < \lambda < 590$	$2,10 < \Delta V < 2,18$	
Verde	$500 < \lambda < 570$	$1,90 < \Delta V < 4,00$	
Azul	$450 < \lambda < 500$	$2,48 < \Delta V < 3,70$	
Violeta	$400 < \lambda < 450$	$2,76 < \Delta V < 4,00$	
Morado	Varios tipos	$2,48 < \Delta V < 3,70$	
Ultravioleta	$\lambda < 400$	$3,10 < \Delta V < 4,40$	
Rosa	Varios tipos	$\Delta V \text{ aprox. } 3,3$	
Blanco	Todo el espectro	$\Delta V \text{ aprox. } 3,5$	