

**INSTITUTO SUPERIOR UNIVERSITARIO
CENTRAL TÉCNICO**



CARRERA DE ELECTRÓNICA

TEMA:

ANÁLISIS DE LA RESPUESTA EN EL TIEMPO DE LOS CIRCUITOS
MULTIVIBRADORES CON DIFERENTES CABLEADOS DE ENTRADA.

**PROYECTO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE TECNÓLOGO EN
ELECTRÓNICA**

SÁNCHEZ GÓMEZ DENISSE JANU.

Asesor:

ING. PABLO ACOSTA, MSc.

QUITO, MARZO DEL 2021

© Instituto Superior Tecnológico Central Técnico (2020).
Reservados todos los derechos de reproducción

DECLARACIÓN

Yo Denisse Janu Sánchez Gómez, declaro que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

El Instituto Superior Tecnológico Central Técnico puede hacer uso de los derechos correspondientes a este trabajo, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normativa institucional vigente.

Denisse Janu Sánchez Gómez

CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por Denisse Janu Sánchez Gómez, bajo mi supervisión.

Ing. Pablo Acosta Luque, MSc.

TUTOR DEL PROYECTO

AUSPICIO/AGRADECIMIENTOS ESPECIALES

Infinitamente agradecida con el Instituto Superior Tecnológico “Central Técnico” por abrirme las puertas de tan grandiosa institución, he conocido personas increíbles en este proceso de educación que he tenido, agradezco la oportunidad de enamorarme más de mi carrera con todas las enseñanzas y conocimientos impartidos a lo largo de estos años.

A mis maestros por haberme tenido paciencia. Con su gran labor enseñando han puesto en mi cabeza algo nuevo.

A mi tutor, una persona con grandes conocimientos y disposición para ayudar gracias por brindarme su esfuerzo y ayudarme a llegar a este punto.

AGRADECIMIENTO

Siempre hemos estado juntos luchando al pié del cañón, saliendo en adelante a pesar de todo, siempre batallando, pero creo que toda batalla con la bendición de Dios llega a su fin.

Agradezco infinitamente a Byron y Clemencia por darme una familia, por levantarme el ánimo, por motivarme a ser alguien mejor, gracias por ser ese ejemplo de pareja, de padres y apoyarme siempre, gracias por ayudarme desde un 12 de octubre del 96 hasta ahora. Gracias por ser las estructuras antisísmicas a prueba de toda catástrofe.

Me ayudaron hasta donde se podía, incluso más que eso.

Muchas gracias y Dios le pague, familia.

DEDICATORIA

A Dios por haberme bendecido con un sinnúmero de cosas y personas buenas a lo largo de mi vida.

Dedico con todo mi corazón el presente trabajo a mis padres, pues sin ellos no lo habría logrado. En ofrenda por todo el sacrificio, amor, valores, tiempo y paciencia que han puesto en mí y en cada uno de mis logros, les dedico mi trabajo.

A mi abuelito Papá Sánchez que con su amor, mimos, paciencia y partida hizo de mí una persona fuerte y con que “el bueno no falte” todo estará bien.

A todos ellos mi respeto, amor, agradecimiento y dedicación por hacer de mí una mujer con valores, por enseñarme a luchar y que con sacrificio, esfuerzo y dedicación siempre se logra lo que se desee. ¡Esto es para ustedes!

ANALYSIS OF THE RESPONSE OVER TIME OF MULTIVIBRATING CIRCUITS WITH DIFFERENT INPUT WIRING

RESPUESTA EN EL TIEMPO DE LOS CIRCUITOS MULTIVIBRADORES CON DIFERENTES CABLEADOS DE ENTRADA

Denisse Janu Sánchez ¹

¹*Instituto Superior Universitario Central Técnico, Quito, Ecuador*
E-mail: denissesanz12@gmail.com

RESUMEN

Los Circuitos Multivibradores son circuitos electrónicos que presentan salidas que toman dos valores diferentes, los cuales pueden ser 1 o 0 cuando hablamos de estados lógicos, o alto (H) y bajo (L) cuando se trata de niveles lógicos. Cuando hablamos de almacenar una señal digital, los circuitos multivibradores son módulos básicos que se utilizan para cumplir la función de almacenamiento. Existen tres tipos de circuitos multivibradores: circuitos multivibradores biestables, circuitos multivibradores monoestables, y circuitos multivibradores aestables. Cabe recalcar que cada tipo de multivibrador está compuesto por un elemento o material electrónico que lo hace diferente, por lo cual tiene una función y aplicación diferente.

El objetivo del presente trabajo de investigación es obtener datos de manera empírica y hacerlos verídicos, clasificar cada tipo de cable, analizar cuándo y en qué circuito debe ser aplicado cada conductor (cable).

Aplicando la investigación explicativa se busca obtener de una manera más detallada el comportamiento de los circuitos, y con ayuda de los módulos electrónicos multivibradores

de prueba Electronics 2, transistors multivibrator, se verifica la efectividad de cada uno de los conductores utilizados o el retiro inmediato de los mismos según requiera el caso.

Palabras clave: circuito astable; respuesta en el tiempo; tensión umbral; circuito monoestable; circuito biestable; conductores electrónicos.

ABSTRACT

Multivibrator Circuits are electronic circuits that have outputs that take two different values, which can be 1 or 0 when we speak of logic states or high (H) and low (L) when it comes to logic levels. When we talk about storing a digital signal, multivibrator circuits are basic modules that have to fulfill the storage function. There are three types of multivibrator circuits: bistable multivibrator circuits, monostable multivibrator circuits, astable multivibrator circuits. It should be noted that each type of multivibrator is composed of an electronic element or material that makes it different, for which it has a different function and application.

The objective of this research work is to obtain data empirically and make them true, classify each type of cable, analyze when and in which circuit each conductor (cable) should be applied.

Applying the explanatory research, it is sought to obtain in a more detailed way the behavior of the circuits and with the help of the electronic multivibrator modules of Electronics 2 test, multivibrator transistors, the effectiveness of each of the conductors used or the immediate withdrawal of the same is verified. as required by the case.

Keywords: astable circuit; response in time; threshold voltage; monostable circuit; flip-flop circuit; electronic conductors.

1. INTRODUCCIÓN

Los circuitos multivibradores, o también llamados circuitos de conmutación regenerativos, poseen un sinnúmero de aplicaciones como generador de señales, circuitos de retardo y también circuitos de temporización.

Los circuitos multivibradores constan de dos transistores que se encuentran en modo de emisores y que están conectados entre sí de manera que su colector (salida) se conecte en cada caso con la base (entrada) del otro transistor. Los transistores están configurados de manera que, mientras el uno se desactiva, el otro se activa. Lo que significa que los circuitos multivibradores cuentan con dos estados, uno en el que el transistor primario se encuentra activo y otro en el que el activo es el transistor secundario. Para la conmutación de los transistores se requiere un disparador. Los circuitos multivibradores también reciben la denominación de circuitos de disparador a transistor (Senner, 2000).

La respuesta de conmutación de los transistores se puede activar de diferentes maneras: de modo interno por medio de la activación del otro transistor del circuito, o de modo externo, por ejemplo, por medio de pulsos de reloj o de un interruptor de pulsador. Existen diferentes tipos de basculadores en función de su respuesta de conmutación: aestables, monoestables, biestables.

Los circuitos multivibradores aestables conducen las salidas de retorno a las entradas de las bases comunes de los transistores a través de condensadores que, con las resistencias en serie, conforman combinaciones RC. Por ello, el circuito cuenta con dos estados inestables y oscilan constantemente entre ellos. El tiempo en que el circuito permanezca en uno de los dos estados depende del tiempo que el condensador necesite para descargarse a través de la resistencia en serie antes de que se llegue a la tensión umbral del transistor. Esto solo depende de la constante de tiempo de la combinación RC así constituida. Si en los dos lados del circuito se emplean componentes iguales, el circuito permanecerá el mismo tiempo

en cada estado y en la salida de los transistores se encontrará en cada caso una señal simétrica de onda rectangular (0 V y 15 V). No obstante, las dos salidas se oponen entre sí a cada instante. Si se emplean componentes diferentes, en la salida se tiene una señal asimétrica de onda rectangular, por lo que los estados (0 V y 15 V) durarán tiempos diferentes.

Dado que la duración de los estados se puede determinar sencillamente por medio de la selección de los componentes (R y C), estos circuitos son aptos para ser usados en calidad de temporizadores. También se pueden utilizar para emitir con precisión pulsos de reloj definidos o como generadores de ondas rectangulares simétricas y asimétricas.

Los circuitos multivibradores biestables alternan entre dos estados estables. Una vez que se haya llegado a uno de estos estados (un transistor desactivado y el otro activado), las salidas permanecen en el estado respectivo hasta que se conmuten al otro estado por medio de un pulso de entrada externo. Esta propiedad convierte a estos componentes en ideales para su utilización como medios de almacenamiento de datos, puesto que cada uno de los bits almacenados (1 o 0, representados por la tensión de salida del transistor como alta o baja) permanecerá en dicho estado hasta que un cambio se produzca de la mano de un nuevo pulso externo de entrada (Ronald J. Tocci, 2003).

Para que se produzca la conmutación entre los dos estados, se requiere la presencia de un pulso externo de activación en una de las entradas.

En un circuito multivibrador monoestable solo la salida de uno de los transistores está conectada a la entrada del otro por medio de un condensador. Por otra parte, la entrada del condensador también está conectada a través de una resistencia en serie a la fuente de tensión, de modo que el transistor normalmente está activado. La tensión de la base común no asciende por encima de los 0,7 V (la tensión umbral del transistor) debido a que circula corriente entre la base y el emisor común del transistor. Esto significa que existe una diferencia

de potencial a lo largo del condensador que conduce a que en él se almacene carga. La salida del otro transistor está conectada directamente a la entrada del otro transistor por medio de una resistencia. Dado que el primero de ellos conduce, en su salida y, de esta manera, también en la entrada del otro transistor, se encuentra el potencial más bajo. De esta manera se asegura que el primero de ellos bloquee (esté desactivado).

2. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1 Materiales

Tabla 1

Descripción de materiales

Dispositivo	Descripción
Módulo	Electronics 2, transistor multivibrators
Tarjeta	Nº SO4203-8L
Software	Sistema Unitrain
Caja de accesorios	12 cables calibre 16 de 15 cm de largo. 14 cables calibre 16 de 45 cm de largo. 2 cables de seguridad calibre 14 de 50 cm de largo. 10 conectores blancos tipo plug 6 shunt (resistencias de derivación)

Fuente: Elaboración Propia

Se inicia con la utilización del software Lucas Nülle LabSoft en el ítem de basculador astable.

2.2 Basculador Aestable

Modo de operación

Mediante el uso de la interfaz UNITRAIN de la empresa Lucas Nülle se ejecuta el siguiente procedimiento:

Ingresar en la opción de basculador astable.

Al iniciar el trabajo se debe tener en cuenta que el modo de operación es para comprender la manera en la que trabaja, registra y evalúa las señales de entrada y de salida del basculador astable (Lucas

Nülle, 2021).

Insertar la tarjeta SO4203-8L

Se tomó en cuenta la animación para ilustrar la estructura del circuito en la placa.

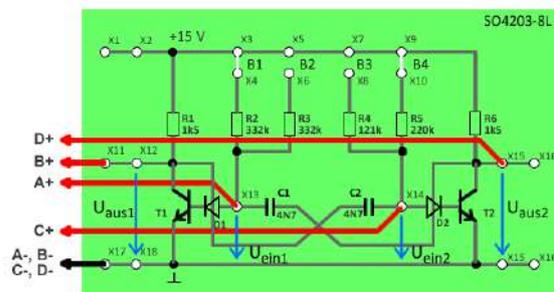


Figura 1: Circuito Aestable

Fuente: (Lucas Nülle, 2021)

Se debe revisar bien las conexiones y se procede a realizar las indicaciones dadas.

Se ejecuta el osciloscopio desde el menú de instrumentos | instrumentos de medición. Una vez abierto el osciloscopio, se configura el osciloscopio con las siguientes instrucciones.

- Canal A: 10V/división, CC, posición: +2 divisiones
- Canal B: 10V/división, DC, Position: +2 divisiones
- Canal C 10 V/división, DC, Position: - 2 divisiones
- Canal D: 10 V/división, DC, Position: - 2 divisiones
- Tiempo / división: 200 μ s
- Modo: XT
- Disparo: B 1 división, pre 1 división, flanco descendente

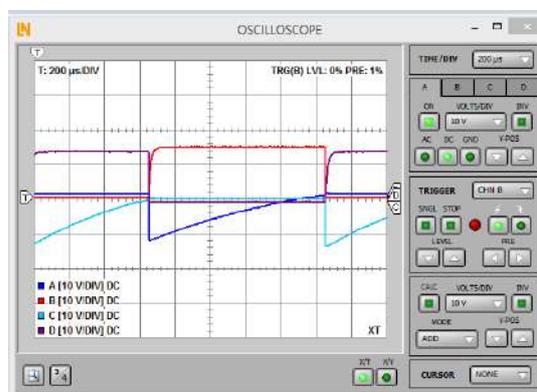


Figura 2: Modo de Operación

Fuente: (Lucas Nülle, 2021)

Análisis de las señales de salida

Análisis de la sincronización de las señales de salida del circuito con una combinación RC determinada en la entrada (Robert F. Coughlin, 2000).

Determinar los tiempos de la señal de salida de los transistores con un nivel alto de 15v y un nivel bajo de 0v

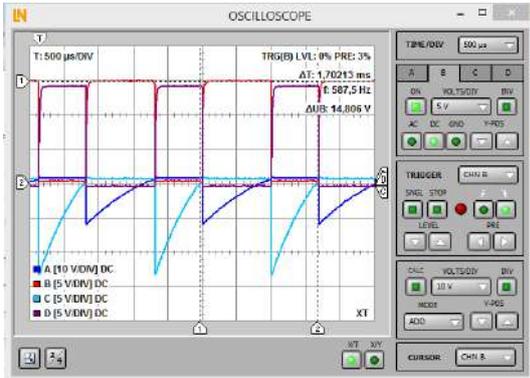


Figura 3: Análisis de las señales de salida

Fuente: (Lucas Nülle, 2021)

Cambios de Valores de Resistencias

Evidencia la manera en la cual diferentes valores de resistencia ejercen influencia sobre las señales de salida de un basculador a estable. En este ejercicio se determina la importancia de los diferentes valores de resistencia sobre los tiempos de conmutación de la señal de salida (Donate, 2009).

El circuito es montado con referencia a la siguiente gráfica.

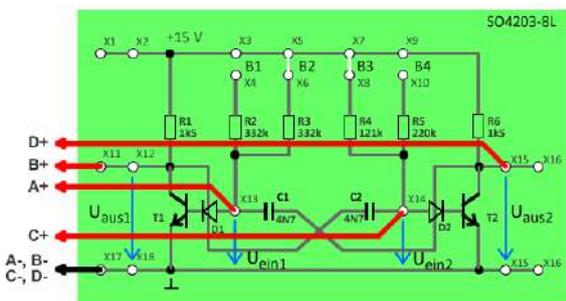


Figura 4: Circuito de Cambio de Valores de Resistencia

Fuente: (Lucas Nülle, 2021)

Se ejecuta y configura el osciloscopio con las siguientes indicaciones.

- Canal A: 10 V / división, CC, posición: +2 divisiones
- Canal B: 10 V / división, CC, posición: +2 divisiones

- Canal C 10 V / división, CC, posición: - 2 divisiones
- Canal D: 10 V / división, CC, posición: - 2 divisiones
- Tiempo / división: 200 µs
- Modo: XT
- Disparo: B +1 división, pre +1 división, flanco descendente

Conectores puente en B2 y B3

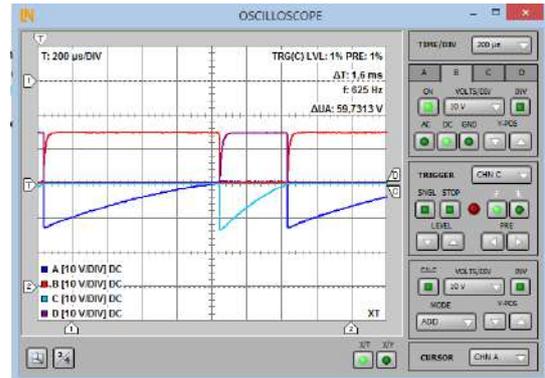


Figura 5: Cambio de valores de resistencia (conectores puente en B2 y B3)

Fuente: (Lucas Nülle, 2021)

Se retira el conector puente de B3 y se inserta en B1 y B4.

Conectores puente en B1, B2 y B4.

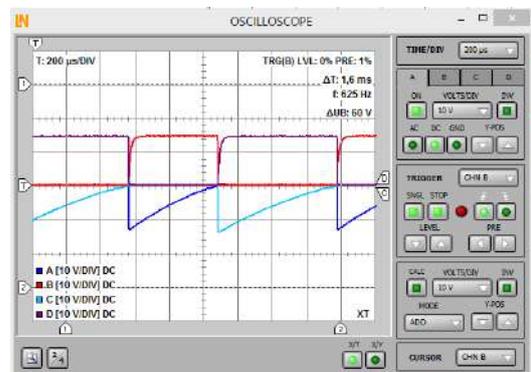


Figura 6: Cambio de valores de resistencias (conectores puente B1, B2 y B4)

Fuente: (Lucas Nülle, 2021)

La función del cursor del osciloscopio es utilizada con el fin de determinar los tiempos de la señal de salida de los transistores, con un nivel alto y otro bajo.

Tensiones de salida Uout1 de las diferentes combinaciones de conectores puente.

Tabla 2
 Sincronización de la señal de salida de U_{out1}

Combinación de conectores puente	tbajo [ms]	talto [ms]	T [ms]	f[Hz]
B1 + B4	0.7	1	1.70	587.5
B2 + B3	0.9	2.5	1.6	625
B1, B2 + B4	1.7	1.3	1.6	625

Fuente: Elaboración Propia

Se realizó una comparación de la relación que existe entre las resistencias en serie con respecto a los tiempos de las señales de salida.

Tabla 3
 Relación entre las resistencias en serie y la respuesta en el tiempo

Combinación de conectores puente	Resistencias en serie	Relación entre las resistencias en serie	Tiempos talto/tbajo	Respuesta en función del tiempo
B1 + B4	332k/220k	= 1.51	1/0.7	=1.42
B2 + B3	332k/121k	= 2.74	2.5/0.9	=2.77
B1, B2 + B4	166k/220k	=0.75	1.7/1.4	=1.30

Fuente: Elaboración Propia

2.3 Basculador Biestable

Basculador Biestable

En esta sección se aborda el funcionamiento del circuito multivibrador biestable.

Se analiza la reacción del basculador biestable ante las entradas de disparo suministradas por los pulsadores S1 y S2 (Reyes E. K., 2018). El resultado de las tensiones de entrada y de salida se evalúan por medio de los voltímetros.

La tarjeta SO4201 – 8M es insertada

Tomar en cuenta la gráfica del montaje del circuito.

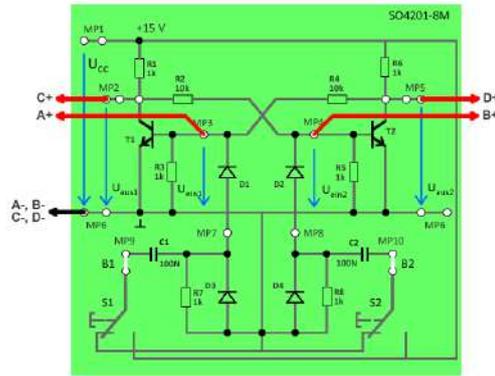


Figura 7: Circuito Biestable

Fuente: (Lucas Nülle, 2021)

Los voltímetros A y B deben ser ejecutados, seleccionando las siguientes indicaciones:

- Rango de medida: 2V, CC.
- Modo: AV

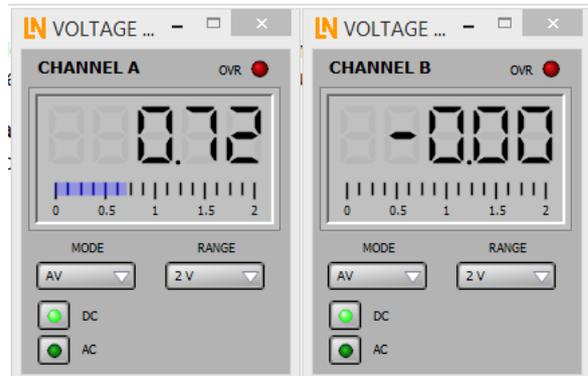


Figura 8 Voltímetro

Fuente: (Lucas Nülle, 2021)

Se ejecuta el voltímetro doble y se configura las siguientes opciones:

- Rango de medida: 20V, CC.
- Modo: AV

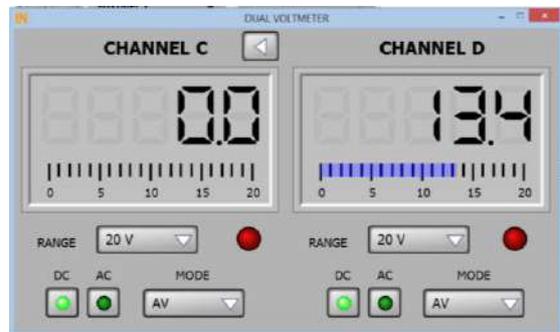


Figura 9: Voltímetro doble

Fuente: (Lucas Nülle, 2021)

Pulsar S1 para iniciar el ejercicio.

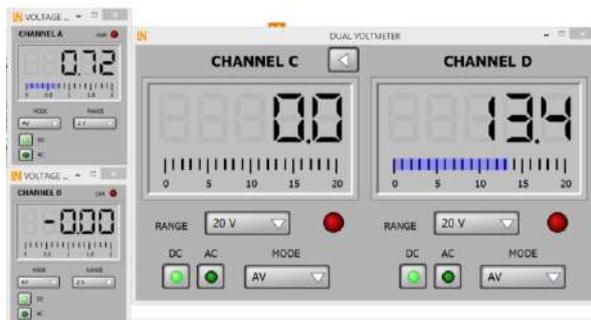


Figura 10: Variación de voltaje pulsando S1
Fuente: (Lucas Nülle, 2021)

Tabla 4
Tensiones de entrada y salida pulsando S1

Tensiones (volts)	T1	T2
Entrada	0.72v	0v
Salida	0v	13.41v

Fuente Elaboración Propia

Al pulsar nuevamente S1 se puede notar que NO se modifican las tensiones de salida.

El pulsador S2 es presionado una sola vez

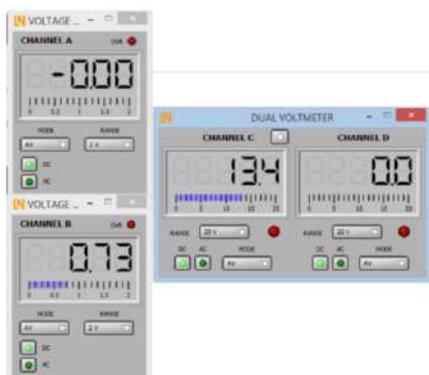


Figura 11: Variación de voltaje pulsando S2
Fuente: (Lucas Nülle, 2021)

Tabla 5
Tensiones de entrada y salida pulsando S2

Tensiones (volts)	T1	T2
Entrada	0 v	0.73 v
Salida	13.41 v	0 v

Fuente Elaboración Propia

Al volver a presionar dos veces el pulsador S2 se nota que las tensiones de salida NO se modifican.

Tiempos de conmutación

La respuesta en conmutación del basculador

biestable es definida mediante el osciloscopio.

Para este procedimiento se usa el montaje del ejercicio anterior (basculador biestable).

Una vez revisadas las conexiones, se desarrollaron los siguientes pasos:

- Canal A: 2 V / división, CC, posición: +1 divisiones
- Canal B: 2 V / división, CC, posición: +1 divisiones
- Canal B: 2 V / división, CC, posición: +1 divisiones
- Canal C 5 V / división, CC, posición: - 3 divisiones
- Tiempo / división: 1 μ s
- Modo: XT
- Disparo: al inicio NINGUNO, más tarde A o B +0,2 divisiones, pre +5 divisiones, flanco ascendente, único (SNGL)

Como primer paso hay que revisar si T2 (canal D) conduce (0v). Si T2 bloquea, se debe presionar una vez el pulsador S2 de forma que el transistor se conmute a su estado de activación.

Se activa el osciloscopio y el disparador del canal A empleando las indicaciones dadas anteriormente, por consecuencia el led rojo de la opción de disparo se ilumina inmediatamente puesto que no está dada la condición necesaria (el canal A está en 0v).

Como siguiente paso presionando una única vez el pulsador S1 se conmuta el estado del circuito.

El led verde del pulsador de parada (opción de disparo) se activa ahora debido a que se ha dado el disparo y se llevó a cabo la medición individual.

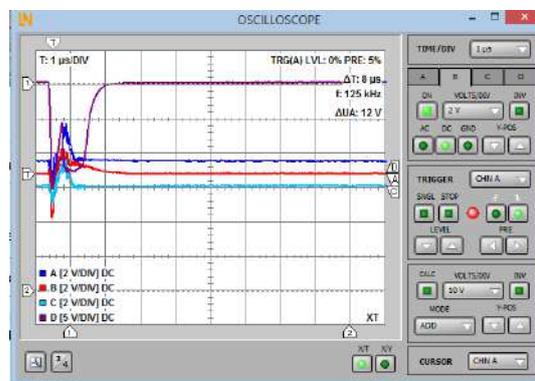


Figura 12: Tiempos de conmutación
Fuente: (Lucas Nülle, 2021)

Se debe activar el disparador en el canal B y

presionar una vez el pulsador de parada en la opción de disparo (el led del pulsador debe ahora estar apagado). Luego de pulsar S2 se ejecuta el osciloscopio para observar la gráfica.

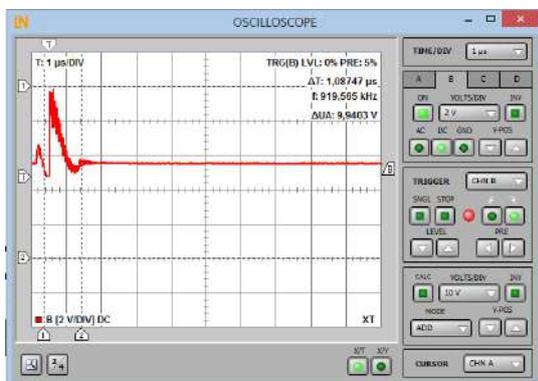


Figura 13: Activación del disparador en el canal B pulsando S2

Fuente: (Lucas Nülle, 2021)

2.4 Basculador Monoestable

Activación por medio de pulsador

En este apartado se aprecia la manera en el que el basculado monoestable reacciona a los impulsos individuales de activación (Ronald J. Tocci, 2003). El pulsador S1 es el que se suministra los pulsos. Si se acciona S1, entonces la entrada del transistor T1 pasará a su nivel alto.

En el basculador monoestable se trabajó con la tarjeta SO4201 – 8N.

A continuación, se observa la gráfica del montaje del circuito.

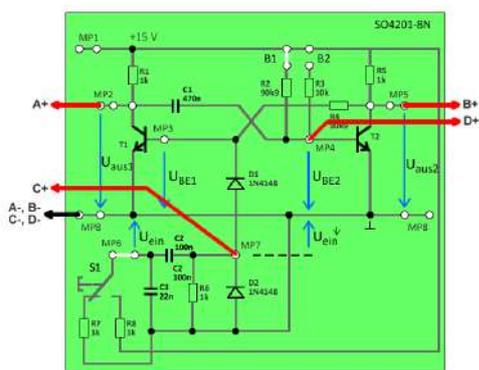


Figura 14: Circuito Monoestable

Fuente: (Lucas Nülle, 2021)

Al terminar las conexiones, se procede a una revisión y una vez que se haya corroborado que están conectadas de acuerdo con la figura 14, se ejecutaron los siguientes pasos:

- Canal A: 10 V / división, CC
- Canal B: 10 V / división, CC, posición: +2 divisiones
- Canal C 2 V / división, CC, posición: - 2 divisiones
- Canal D: 10 V / división, CC, posición: - 2.5 divisiones
- Tiempo / división: 5 ms
- Modo: XT
- Disparo: A 1 división, pre 2,5 divisiones, flanco descendente

Una vez activado el osciloscopio, se inicia el disparador en el canal A disponiendo de los ajustes antes mencionados. El led rojo de la opción de disparo se ilumina ahora debido a que no está dada la condición necesaria (el canal A está en 15V).

Presionar una vez el pulsador S1 para conmutar el estado del circuito.

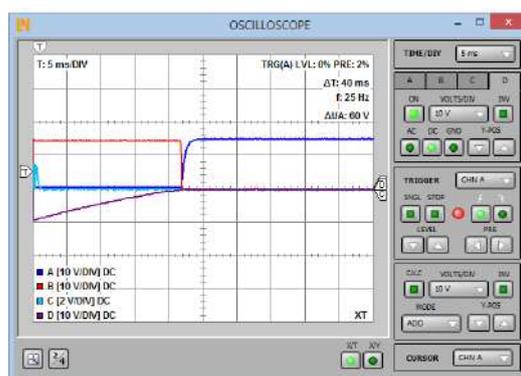


Figura 15: Activación por medio de pulsador

Fuente: (Lucas Nülle, 2021)

En las señales que se muestran en el osciloscopio se observa que:

En el canal A se evidencia la tensión de salida de T1.

En el canal B se evidencia la tensión de salida de T2.

En el canal C se muestra el pulso de activación del pulsador.

Finalmente, en el canal D se registra la tensión de entrada de T2.

Cambio de la resistencia en serie

En este ejercicio se evidencia la influencia que ejerce la resistencia en serie sobre el basculador monoestable (Senner, 2000).

La siguiente gráfica es una guía para el montaje del circuito.

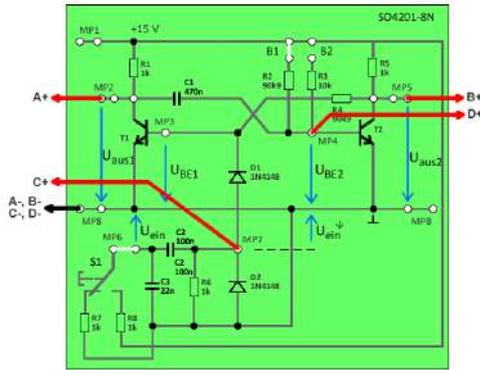


Figura 16: Circuito de cambio de la resistencia en serie
Fuente: (Lucas Nülle, 2021)

Realice las siguientes indicaciones:

- Canal A: 5 V / división, DC, posición +0.5 división
- Canal B: 5 V / división, CC, posición: -3.5 divisiones
- Tiempo / división: 5 ms
- Modo: XT
- Disparo: A 2 división, pre 3 divisiones, flanco descendente

El osciloscopio debe ser activado.

A continuación, se observa que el led rojo de la opción de disparo se ilumina debido a que no está dada la condición necesaria de disparo (el canal A está en 15v)

Finalmente, para conmutar el estado del circuito se pulsa una sola vez el S1.

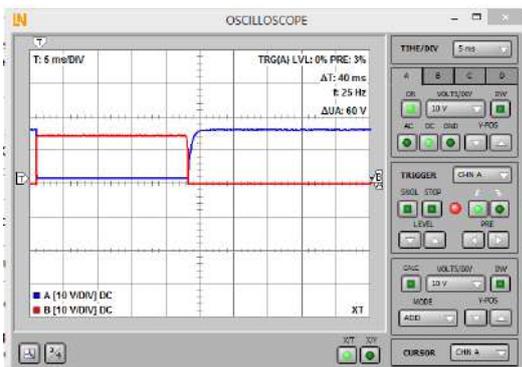


Figura 17: Cambio de las resistencias en serie
Fuente: (Lucas Nülle, 2021)

El conector puente de B1 es retirado e insertado en B2, de esta manera se integra en el circuito la resistencia R3. La base de tiempo del osciloscopio debe ser cambiada a 1ms/división.

El pulsador S1 es presionado nuevamente y se

observa lo siguiente:

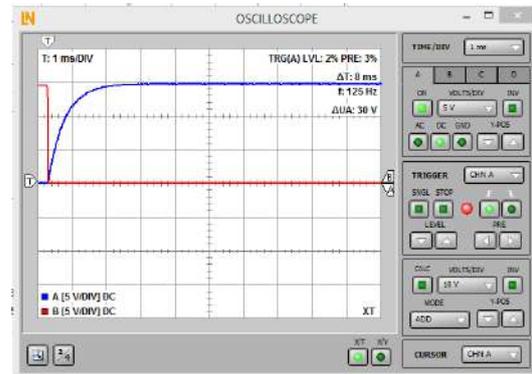


Figura 18: Integración de la resistencia R3 en el circuito
Fuente: (Lucas Nülle, 2021)

Ahora se analiza con mayor exactitud la fase inicial de pulso (Robert F. Coughlin, 2000).

Se ejecuta el osciloscopio y se siguen las siguientes instrucciones:

- Canal A: 5 V / división, CC
- Canal B: 5 V / división, CC, posición: -1 divisiones
- Tiempo / división: 50 μ s
- Modo: XT
- Disparo: A 2 división, pre 3 divisiones, flanco descendente

Presionar el pulsador P1 para registrar la fase inicial de pulso.

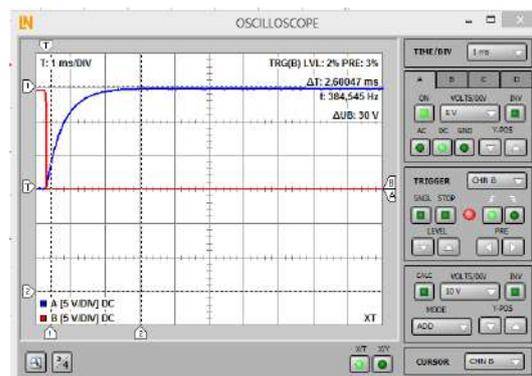


Figura 19: Fase inicial de pulso
Fuente: (Lucas Nülle, 2021)

Ciclo de trabajo y relación marca – espacio

Activación con señal de onda rectangular.

El basculador monoestable reacciona frente a una rápida activación por medio de una señal de onda rectangular producida por un generador de funciones (Ronald J. Tocci, 2003).

El montaje del ejercicio es como indica la siguiente gráfica.

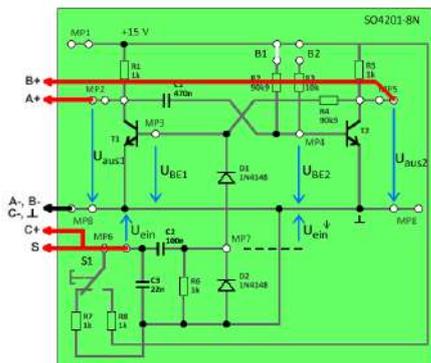


Figura 20: Circuito de activación de señal de onda rectangular.

Fuente: (Lucas Nülle, 2021)

Iniciar el generador de funciones instrumentos | fuentes de tensión y ejecutar las siguientes indicaciones:

- Amplitud: 20 %, 1:1
- Frecuencia: 10 Hz

Función: onda rectangular

Una vez activado el generador de funciones pulsar la tecla "POWER".

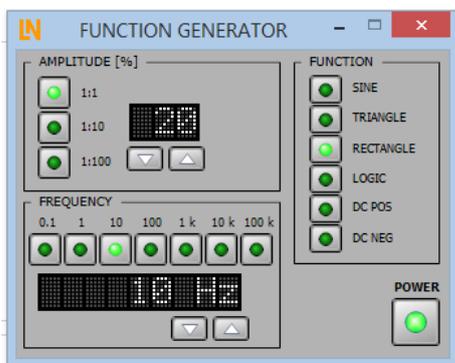


Figura 21: Generador de funciones

Fuente: (Lucas Nülle, 2021)

Luego de ejecutar el osciloscopio, se realizan los siguientes pasos:

- Canal A: 10 V / división, CC
- Canal B: 10 V / división, CC, posición: +2 divisiones
- Canal C 2 V / división, CC, posición: - 2 divisiones
- Canal D: Off
- Tiempo / división: 20 ms
- Modo: XT

- Disparo: B, 1 división, pre 2 divisiones, flanco ascendente

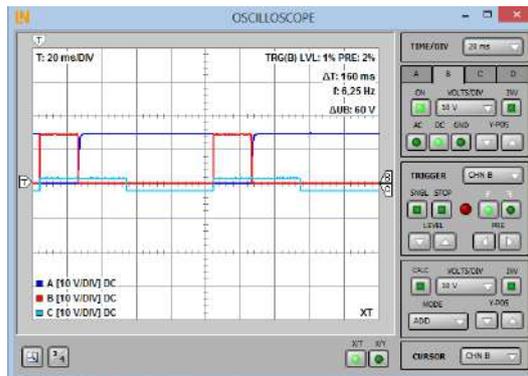


Figura 22: Oscilograma con una frecuencia de 10 Hz
 Fuente: (Lucas Nülle, 2021)

3. RESULTADOS

3.1 Basculador aestable

Modo de operación

Al observar las señales de entrada de los transistores del Canal A y C, es evidente que el transistor está activado o saturado y la salida es baja o 0v y esto solo sucede cuando la señal de entrada que se encuentra en un nivel de tensión constante. Por lo que estos resultados se han podido observar en la señal de salida del Canal A y C.

Cuando un transistor se conmuta del estado de desactivación al estado de activación, el potencial del condensador conectado a su salida y a la base del otro transistor salta a un valor negativo, por tanto, el otro transistor pasa al estado de desactivación.

En el caso de que asciendan las señales de entrada los condensadores se descargan.

Por otro lado, tras la descarga del condensador las tensiones de la base común de los transistores aumentan hasta alcanzar valores positivos hasta que se llegue a la tensión umbral de los transistores (Lucas Nülle, 2021).

Análisis de las señales de salida

Tabla 6
 Tiempos con una tensión alta y otra baja en la salida de los transistores

	Tiempo alto	Tiempo bajo
--	-------------	-------------

Transistor 1	Aproximadamente 1 ms	Aproximadamente 0.7 ms
Transistor 2	Aproximadamente 0.7 ms	Aproximadamente 1 ms

Fuente: Elaboración Propia

Por medio del tiempo de descarga de los condensadores se puede determinar primariamente la duración del estado alto de la señal de salida.

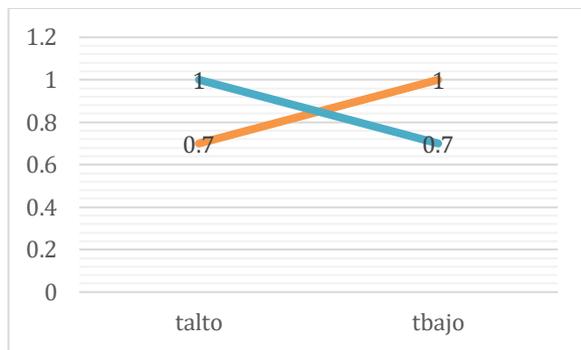


Figura 23: Tiempo con una tensión alta y tensión baja a la salida de los transistores

Fuente: Elaboración propia

Cambio de los valores de resistencia

El factor que determina la tasa de ascenso de la tensión de entrada es la constante de tiempo del circuito RC.

Existe una relación entre la señal de salida alta y baja y la relación entre las resistencias en serie y, es que la relación entre el nivel alto y bajo de la señal de salida se encuentra en un compromiso directo con las resistencias en serie de los circuitos RC.

También se debe considerar que mientras menor sea la resistencia total de los resistores conectados en serie, mayor será la frecuencia de la señal de salida. Por otro lado, si la relación de los resistores en serie es 1:1, entonces los tiempos altos y bajos son de igual duración.

3.1.2 Diagnóstico de fallos

Cuando se abre esta sección del software se activa automáticamente un fallo en el circuito basculador a estable presentado a continuación.

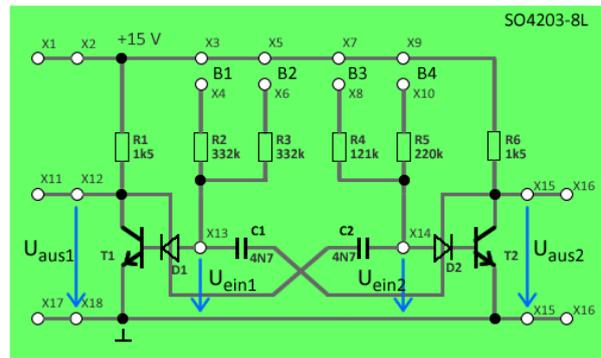


Figura 24: Diagnóstico de fallos de basculador a estable

Fuente: (Lucas Nülle, 2021)

Diagnóstico de fallos 1

Al insertar el conector puente se activa el circuito. Hay que verificar las diferentes combinaciones de resistores previos o conectores puentes.

Se detecta que el fallo es producido ya que en los resultados las dos salidas arrojan valores bajos y las dos salidas se encuentran en aproximadamente 1v.

Se puede observar también que al momento de retirar el resistor en serie de T1 la salida de T1 aumenta +15v.

Diagnóstico de fallos 2

El conector puente es insertado con el fin de activar el circuito. Se ensayan las diferentes combinaciones de resistores de polarización.

El fallo se debe a la salida de T2 ya que siempre es más alta mientras que la de T1 es siempre baja, y la entrada de T2 siempre es igual a 0v.

Al retirar el resistor en serie de T1 se observa que la salida del mismo asciende a +15v.

Diagnóstico de fallos 3

Se detecta un fallo debido a que la salida de T1 es alta solo durante un tiempo muy breve y la salida de T2 es baja solo durante un tiempo muy breve.

Se observa que el fallo solo se presenta si se emplea la resistencia en serie R2 en T1.

Diagnóstico de fallos 4

Los fallos son que la salida de T1 es siempre alta mientras que la salida de T2 es siempre baja, y que la entrada de T1 siempre es igual a 0v.

Al retira el resistor en serie de T2, se observa que la salida del mismo se eleva a +15v.

Diagnóstico de fallos 5

El fallo detectado es debido a que las dos salidas son bajas y también que las dos salidas se encuentran en aproximadamente 1v.

Al retirar el resistor en serie de T2, se observa que la salida del mismo salta a +15v.

3.2 Basculador biestable

Se puede notar que las tensiones de salida varían, la salida de T1 desciende (0v) mientras que la de T2 aumenta (13,8v).

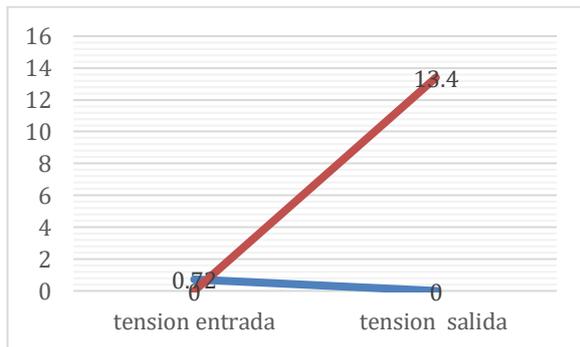


Figura 25: Tensiones de entrada y salida al presionar S1
 Fuente: Elaboración Propia

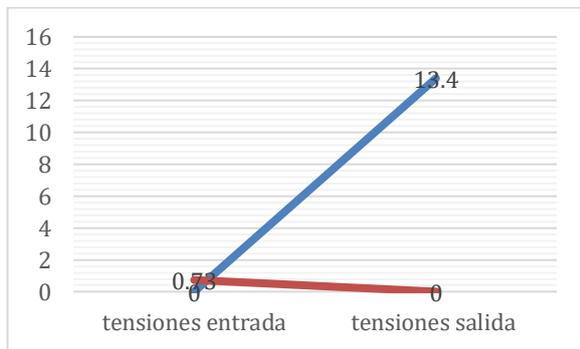


Figura 26: Tensiones de entrada y salida al presionar S2
 Fuente: Elaboración Propia

Al accionar el pulsador S1, el transistor T1 conduce, mientras que T2 bloquea, y al accionar el pulsador S2, el transistor T1 bloquea, mientras que T2 conduce.

Para saber en qué momento cambian de estado los transistores de este circuito se debe tener en cuenta que el estado de un transistor cambia si bloquea y se presiona el pulsador conectado a su base común, u otro motivo puede ser que un transistor cambia de estado y conduce y se presiona el pulsador conectado a la base común del otro transistor (Argudo, 2020).

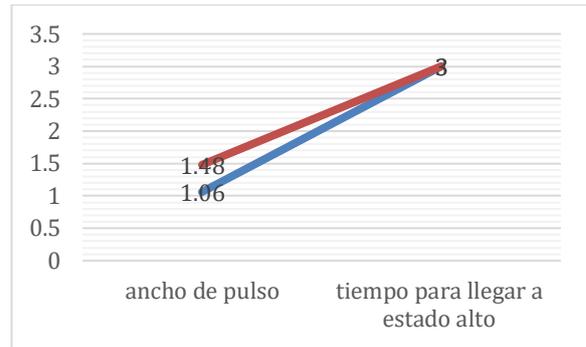


Figura 27: Tiempos de conmutación
 Fuente: Elaboración Propia

3.2.1 Diagnóstico de fallos

Al trabajar en esta sección del software se activan distintos fallos en el circuito basculador biestable.

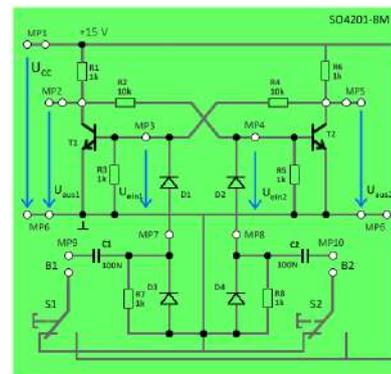


Figura 28: Diagnóstico de fallos de circuito biestable
 Fuente: (Lucas Nülle, 2021)

Diagnóstico de fallos 1

El fallo detectado consiste en que la salida de T1 es siempre alta, mientras que la salida de T2 es siempre baja.

Diagnóstico de fallos 2

Presenta fallos tales como:

La salida de T1 es siempre alta, mientras que la salida de T2 es siempre baja.

El pulsador S1 mantiene un breve efecto sobre las salidas del circuito. Las salidas cambian mientras dure el pulso.

Los pulsadores operan normalmente, pero los estados de los transistores no varían

Diagnóstico de fallos 3

Los fallos encontrados son: La salida de T2 es siempre alta, mientras que la salida de T1 es siempre baja, y el pulsador S2 no ejerce ninguna

influencia sobre el circuito.

Diagnóstico de fallos 4

La salida de T1 es siempre alta, mientras que la salida de T2 es siempre baja, el pulsador S1 mantiene un breve efecto sobre la salida de T1 y lo activa durante un tiempo corto, mientras que el pulsador S2 no provoca ningún efecto.

3.3 Basculador monoestable

Activación por medio de pulsador

El pulso de tensión positiva generado por el pulsador S1 activa al transistor T1 (0v en la entrada).

Si T1 se activa cae la tensión del condensador C1 y, por lo tanto, la entrada cae bajo cero y desactiva a T2 (15 v en la salida).

El condensador C1 se carga y se descarga por medio de la resistencia R2, hasta que T2 alcance su tensión umbral.

Una vez que se alcanza la tensión umbral se activa T2 (0v en la salida) y se vuelve a desactivar T1 (15 v en la salida) (Donate, 2009).

Cambio de la resistencia en serie

Utilizando el conector puente B1 se nota que el pulso (0v) dura 22.8 ms en la salida de T1.

Retirando el conector puente de B1 e insertándolo en B2 da como resultado que el pulso (0v) en la salida de T1 dura aproximadamente 2,6 ms.

Estas dos duraciones de pulso son diferentes debido a que la constante de tiempo de la combinación RC compuesta por C1 y R3 es menor que la que tenía la combinación RC con la resistencia R2. Por eso C1 se descarga más rápidamente.

Cuando la tensión de salida de T1 no presenta ninguna onda rectangular al final del pulso se debe a que el flanco ascendente recibe la influencia del proceso de carga paralelo del condensador C1, como se muestra en (1) (Lucas Nülle, 2021).

La duración del pulso se calcula por medio de la fórmula:

$$t = R.C.\ln(2) \quad (1)$$

Fórmula 1: Duración de pulso

Fuente: (Lucas Nülle, 2021)

Donde:

t= longitud de pulso

R= resistencia en serie

C= valores del condensador

ln (2) = logaritmo natural de 2, que es igual a, aproximadamente, 0.69

El valor de duración empleando las resistencias R2= 90.9kΩ y R3= 10kΩ es:

Duración del pulso con R2

$$t = 90.9k\Omega \times 470n \times 0.69 = 29.47ms \quad (2)$$

Fórmula 1.1: Cálculo de la duración de pulso

Fuente: Elaboración propia

Duración del pulso con R3

$$t = 10k\Omega \times 470n \times 0.69 = 3.24ms \quad (3)$$

Fórmula 1.2: Cálculo de la duración de pulso

Fuente: Elaboración propia

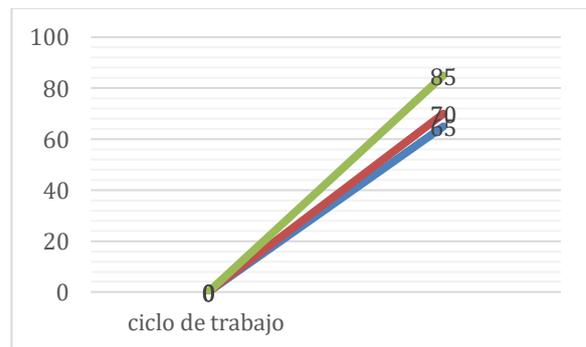


Figura 29: Ciclo de trabajo

Fuente: Elaboración propia

3.3.1 Diagnóstico de fallos

Al ejecutar esta sección del programa se activan automáticamente fallos en el circuito basculador monoestable.

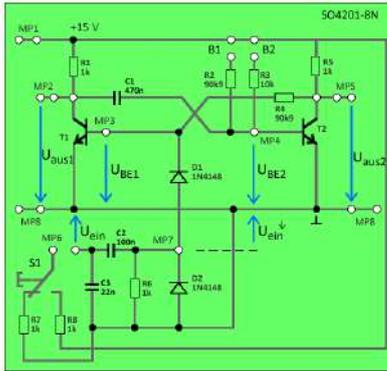


Figura 30: Diagnóstico de fallos de circuito monoestable
Fuente: (Lucas Nülle, 2021)

Diagnóstico de fallos 1

Los fallos se deben a que el circuito siempre permanece en su estado estable, y también a que el pulsador opera normalmente pero el estado de los transistores no varía.

Diagnóstico de fallos 2

El fallo es ocasionado porque el circuito siempre permanece en su estado estable, el pulsador mantiene un breve efecto sobre las salidas del circuito. Las salidas cambian mientras dure el pulso y el pulsador opera normalmente, pero los estados de los transistores no varían.

Diagnóstico de fallos 3

Se evidencian dos fallos, el primero es causado debido a que el circuito siempre permanece en su estado inestable, el segundo es causado debido a que el pulsador opera normalmente, pero los estados de los transistores no varían.

Diagnóstico de fallos 4

Los fallos presentados son los siguientes:

La salida de T1 es siempre alta, mientras que la salida de T2 es siempre baja.

El pulsador ejerce un breve efecto sobre la salida de T1, pero la salida de T2 siempre es baja.

El pulsador opera normalmente, pero los estados de los transistores no varían.

4. DISCUSIÓN

Circuito multivibrador aestado

El basculador aestado no presenta estados estables, los componentes que determinan la sincronización de la señal de salida del basculador

aestado son las tensiones de la base común de los transistores y los condensadores de la base común de los transistores.

Las ondas de las señales de salida de un basculador aestado que se observan son de tipo rectangular.

Para emplear el montaje del circuito multivibrador aestado se usa el circuito básico de transistor de emisor común.

Existe un sinnúmero de aplicaciones para los circuitos multivibradores aestado, entre ellos el generador de pulso, generador de reloj y sincronizador.

A lo largo del montaje del circuito y sus ejecuciones con diferentes indicaciones se ha determinado fallos, entre ellos los siguientes:

Un fallo que se puede evidenciar en el circuito aestado es un cortocircuito entre el colector y emisor común de T2.

Otro fallo sería un cortocircuito entre la base y el emisor común de T2.

El fallo es causado por un cortocircuito parcial en R2 y un componente equivocado de R2, siendo este la resistencia muy baja.

La causa del fallo es debido a un cortocircuito entre la base y el emisor común de T1.

El fallo es causado por un cortocircuito entre el colector y el emisor común de t1.

Circuito multivibrador biestable

Para modificar el estado de un circuito multivibrador biestable se aplica un pulso positivo a la base común del transistor que se encuentra momentáneamente en estado de bloqueo (off).

En el circuito multivibrador biestable los transistores no presentan el mismo estado debido a que siempre se encuentran en estado opuesto, ya que la salida de uno de los transistores está conectada a la base común del otro (Reyes E. K., 2018).

Las aplicaciones comunes para el circuito multivibrador biestable consisten en el desarrollo de medios de almacenamiento de datos y memorias RAM.

Se ha detectado la presencia de diferentes fallos en

el circuito multivibrador biestable, siendo estos los siguientes:

El fallo es causado por un cortocircuito entre la base y el emisor común de T1.

La causa del fallo es debido a un cortocircuito en D1.

Un circuito de conmutación abierto entre S2 y la base común de T2 es la causa del fallo en el circuito basculador biestable.

Un cortocircuito entre el colector y el emisor común de T2 es el causante del fallo.

Circuito multivibrador monoestable

La duración del estado inestable de un circuito multivibrador monoestable es determinado por la constante de tiempo de la combinación RC conectada a la base común de uno de los transistores (Robert F. Coughlin, 2000).

El acortamiento de la duración del estado inestable de un multivibrador monoestable se debe al reemplazo de la resistencia en serie por medio de un resistor de menor valor, y al reemplazo del condensador por otro de menor valor.

Al presentar fallos el circuito multivibrador monoestable se puede deducir que son los mencionados a continuación:

El fallo es causado por un cortocircuito entre la base y el emisor común de T1.

Un cortocircuito en D1 es la causa del fallo.

El transistor T2 está dañado y esto es lo que causa el fallo.

El fallo se produce por un cortocircuito entre el colector y el emisor común de T2.

5. CONCLUSIONES

De las múltiples características que poseen estos circuitos multivibradores la que tiene más relevancia y la que se debe tomar más en cuenta es que poseen un lazo de retroalimentación, y debido a esto se convierte en un circuito regenerativo.

Por la duración de los estados que posee cada circuito multivibrador, y por medio de los

componentes, se determina que estos circuitos multivibradores son aptos para ser usados en calidad de temporizadores, también se utilizan para emitir con precisión pulsos de reloj definidos o como generadores de ondas rectangulares simétricas y asimétricas.

Para la manipulación de estos circuitos multivibradores se debe tener en cuenta que, en este tipo de circuitos, la salida que se va a obtener en un determinado momento no depende exclusivamente de las entradas enviadas en ese instante si no del antecedente del circuito, es decir, son elementos de memoria. Por este hecho se debe tener conocimiento de los circuitos multivibradores ya que sirven de base para el estudio de circuitos más complejos.

6. REFERENCIAS

Argudo, A. (2 de mayo de 2020). *Tutorial: Circuitos multivibradores*. Obtenido de YouTube: <https://www.youtube.com/watch?v=2I91XNnUcdk>

Cirovic, M. M. (2003). Circuitos multivibradores. En M. M. Cirovic, *Eletrónica fundamental: Dispositivos, circuitos y sistemas* (págs. 243 - 2248). Madrid: Reverté S.A.

Cosio, N. A. (7 de septiembre de 2016). *Circuitos digitales 54 --- Multivibradores/osciladores*. Obtenido de YouTube: <https://www.youtube.com/watch?v=EGMKJquJnMA>

Donate, A. H. (2009). Circuitos básicos de aplicaciones. En A. H. Donate, *Principios de Electricidad y Electrónica* (págs. 108 - 214). Barcelona: Marcombo S.A.

Lucas Nülle. (2021). Obtenido de Lucas Nülle: <http://www.lucas-nuelle.es/2273/apg/1435/Cursos-UniTrain-de-electr-onica-hm>

Reyes, E. K. (1 de junio de 2018). *Circuitos Astables*. Obtenido de YouTube: <https://www.youtube.com/watch?v=Jj8VO441Ag8>

Reyes, E. K. (22 de junio de 2018). *Introducción a Biestables*. Obtenido de YouTube: <https://www.youtube.com/watch?v=L7DtxUc-fMc>

Robert F. Coughlin, F. F. (2000). Circuitos multivibradores. En F. F. Robert F. Coughlin, *Amplificadores operacionales y circuitos integrados lineales* (págs. 147 - 160). México: Pearson Educacion.

Ronald J. Tocci, N. S. (2003). Circuitos multivibradores.

En N. S. Ronald J. Tocci, *Sistemas Digitales, principios y aplicaciones* (págs. 236 - 237). México: Pearson Educación.

Senner, A. (2000). Circuitos multivibradores. En A. Senner, *Principios de Electrotécnia* (págs. 333 - 334). Barcelona: Editorial Reverté. S.A.

7. ANEXOS

Curso de Electrónica 2: Basculadores de transistor
Volumen de suministro:

- 1 tarjeta de experimentación con multivibrador astable de estructura discreta
- 1 tarjeta de experimentación con multivibrador biestable de estructura discreta
- 1 tarjeta de experimentación con multivibrador monoestable de estructura discreta
- Navegador Labsoft y el software del curso

Contenidos de aprendizaje:

- Conocer y explicar el funcionamiento de los multivibradores astables, monoestables y biestables
- Mediciones de las curvas de señales en las entradas y salidas de los circuitos multivibradores
- Análisis de la respuesta en el tiempo de los circuitos multivibradores con diferentes cableados de entrada
- Explicación de los efectos de los diferentes cableados de entrada sobre la respuesta en el tiempo de los circuitos multivibradores
- Análisis de la respuesta de conmutación de los multivibradores ante señales de entrada con forma de impulsos o rectangulares
- Análisis de la respuesta de conmutación de multivibradores ante señales de pulsador
- Localización de fallos (12 fallos activables a través de relés)
- Duración del curso: aprox. 4 h (aprox. 2 h de localización de fallos)



Figura 31: Basculador de Transistor
 Fuente: (Lucas Nülle, 2021)

Tabla 7
 Basculador Astable

Datos técnicos 	
Tarjeta de experimentación	UniTrain SO4203-8L de Basculador astable
Tensión de servicio	+ 15V
Funciones de seguridad	Protección contra potencia inversa Protección contra sobrecargas de hasta 24 V
Dimensiones	Tarjeta en formato europeo de 160x100

	mm
Grupos de circuitos	Basculador aestable 2 x BC 550C. 5 fallos simulados
<p>Descripción</p> <p>La tarjeta de experimentación se puede emplear para el análisis del funcionamiento de un basculador aestable. Los tiempos de conmutación se pueden modificar por medio de la conexión de diferentes resistores (de R1 a R6). Los distintos tiempos de conmutación generan diferentes patrones de salida. Los patrones de salida de onda rectangular significan que el circuito, por ejemplo, se puede usar como generador de ondas rectangulares, de pulsos de sincronización o como circuito temporizador de una luz intermitente. El circuito recibe alimentación directa del bus UniTrain por medio de la regleta de conexiones.</p>	

Fuente: (Lucas Nülle, 2021)

Tabla 8

Basculador Biestable

<p>Datos técnicos</p> 	
Tarjeta de experimentación	UniTrain SO4201-8M de Basculador biestable
Tensión de servicio	+ 15V
Funciones de seguridad	Protección contra potencia inversa Protección contra sobrecargas de hasta 24 V
Dimensiones	Tarjeta en formato europeo de 160x100 mm
Grupos de circuitos	Basculador biestable con 2 transistores BC 547B 4 fallos simulados
<p>Descripción</p> <p>Se trata de dos circuitos de transistor que se bloquean comúnmente en estados opuestos. Se activan de modo dinámico por medio de un pulso generado a través de un diferenciador conectado</p>	

con la base común por medio de un diodo. Para generar el pulso de conmutación se pueden emplear los dos pulsadores. Con el fin de utilizar los pulsadores tienen que encontrarse insertados los puentes B1 y B2. El circuito recibe alimentación directa del bus UniTrain por medio de la regleta de conexiones.

Fuente: (Lucas Nülle, 2021)

Tabla 9

Basculador monoestable

<p>Datos técnicos</p> 	
Tarjeta de experimentación	UniTrain SO420-8N de Basculador monoestable
Tensión de servicio	+ 15V
Funciones de seguridad	Protección contra potencia inversa Protección contra sobrecargas de hasta 24 V
Dimensiones	Tarjeta en formato europeo de 160x100 mm
Grupos de circuitos	Basculador monoestable con 2 transistores BC 547B 4 fallos simulados
<p>Descripción</p> <p>Por medio de este circuito se demostrará el funcionamiento de un basculador monoestable. Se activa de modo dinámico por medio de pulsos creados por un pulsador o por medio del generador de funciones de la unidad UniTrain. El circuito recibe alimentación de servicio del bus UniTrain por medio de la regleta de conexiones.</p>	

Fuente: (Lucas Nülle, 2021)

Tabla 10

Interfaz UniTrain

Interfaz Unitrain con Instrumentos Virtuales (básico VI)

<p>La interfaz UniTrain es la unidad central del sistema del mismo nombre. Provee las entradas y salidas, los conmutadores, las fuentes de alimentación y la tecnología de medición necesarios para la experimentación. El control de la interfaz se realiza por medio del PC conectado a ella.</p>

<p>Equipamiento de la interfaz:</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Procesador de 32 bits con memoria de datos de medición ● Interfaz USB, tasa de datos de 12 Mbits/s ● Interfaz WLAN de 2,4 GHz, IEEE 802.11 b/g/n ● Conexión simultánea de una cantidad libre de unidades de experimentación a través del bus
<p>UniTrain</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Caja de diseño de alta calidad con patas soporte de aluminio y parte frontal de plexiglás de superficie endurecida ● Apta para alojamiento en los bastidores de experimentación diseñados para los paneles ● didácticos de formato DIN-A4 ● Preparada para la conexión de dos cables de medición de seguridad de 2 mm ● Ledes de varios colores para visualización de estados de operación ● Salida analógica regulable, +/- 10 V, 0,2 A, CC – 5 ● MHz, a través de terminales BNC y casquillos de 2 mm ● 4 entradas analógicas de amplificador diferencial, con ancho de banda de 10

<p>MHz, a prueba de tensiones de hasta 100 V, velocidad de exploración de 100 MSample, 9 rangos de medida, profundidad de memoria 4x 8k x 10 bits, accesibles por medio terminales BNC (2 entradas) y casquillos de 2 mm (4 entradas)</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 2 entradas analógicas para medición de corriente, a prueba de sobreintensidad de hasta 5 A, tasa de exploración de 250 kSample, 2 rangos de medida, resolución de 12 bits, conexión a través de casquillos de 2 mm ● Salidas digitales de señales de 16 bits, dos de ellas de 8 bits en casquillos de 2 mm, TTL / CMOS, frecuencia de reloj de 0 a 100 kHz, resistencia a tensiones de +/- 15 V ● Entradas de señales de 16 bits, dos de ellas de 8 bits en casquillos de 2 mm, profundidad de memoria 16 bits x 2 k, TTL / CMOS, tasa de exploración de 0 a 100 kHz, resistencia a tensiones de +/- 15 V ● 8 relés de 24 V CC / 1 A, de ellos, 4 en casquillos de 2 mm ● Dimensiones: 29,6 x 19 x 8,6 cm ● Peso (incluida la fuente de alimentación): 2,1 kg ● Fuente de alimentación externa con amplio rango de entrada de 100 a 264 V, 47 a 63 Hz, salida 24 V / 5 A
<p>Instrumentos virtuales (instrumentos de medición y fuentes de alimentación):</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 2 voltímetros virtuales y 2 amperímetros virtuales: CA, CC, 9 rangos de 100 mV a 50 V, TrueRMS, AV ● 1 vatímetro, 9 rangos de 100 mV a 50 V ● 1 amperímetro virtual de 2 canales: CA, CC, 2 rangos de 300 mA y 3 A, TrueRMS, AV ● 1 voltímetro virtual de 2 canales: CA, CC, 9 rangos de 100 mV a 50 V, TrueRMS, AV ● 8 relés virtuales y 1 multímetro virtual: Visualización de un multímetro (opcional: LM2330,

<p>LM2331 o LM2322) en el entorno LabSoft</p> <ul style="list-style-type: none"> • 1 osciloscopio virtual de 2 y 4 canales: ancho de banda 10 MHz, 25 rangos de tiempo 100 ns/división a 10 s/división, 9 rangos de 20 mV / división a 10V/división, disparo y predisparo, modos XY y Xt, función de cursor, función de adición y multiplicación en 2 canales • 1 analizador de espectros: 9 rangos de 100 mV a 50 V, rango de frecuencia de entrada 3 Hz a 1 Mhz, diagrama temporal • 1 diagrama de BODE: 9 rangos de 100 mV a 50 V, rango de frecuencia 1 Hz - 5 MHz, diagrama temporal y diagrama polar • 1 fuente virtual de tensión continua regulable de 0 V a 10 V • 1 generador virtual de funciones: 0,5 Hz a 5MHz, 0 V a 10 V, onda sinusoidal, rectangular y triangular • 1 generador arbitrario virtual, 1 generador virtual de pulsos • 16 salidas digitales virtuales, 16 entradas digitales virtuales, 16 entradas / salidas virtuales: visualización en números binarios, hexadecimales, decimales y en cifras octales • 1 fuente de alimentación virtual de corriente trifásica de 0 Hz a 150 Hz, 0 a 14 V, tensión eficaz, 2 A (requiere las unidades CO4203-2B) • 1 fuente virtual ajustable de alimentación de tensión continua 3 x (-20 V a +20 V), 2 A (requiere las unidades CO4203-2B) • 1 fuente de alimentación virtual de corriente trifásica con desfase de ajuste adicional y velocidad de impulsos ajustables (requiere las unidades CO4203-2B) desfase adicional
Volumen de suministro:
<ul style="list-style-type: none"> • Interfaz • Fuente de alimentación • Cable de red • Cable USB

<ul style="list-style-type: none"> • CD con software básico • Instrucciones de servicio
Requisitos de sistema:
<ul style="list-style-type: none"> • PC con Windows Vista, Windows7, Windows 8, Windows 8.1 (versión de 32 o de 64 bits) • Unidad lectora de CD-ROM para instalación del software • Puerto USB para la interfaz

Fuente: (Lucas Nülle, 2021)

Tabla 11

Experimentador UniTrain para acoplamiento con la interfaz UniTrain o con otro Experimentador.

Experimentador Unitrain

Equipo:
<ul style="list-style-type: none"> • Acoplamiento a la interfaz UniTrain y a otros Experimentadores a través del bus UniTrain • Conexión al bus UniTrain para las tarjetas de experimentación • Caja de diseño de alta calidad con patas soporte de aluminio y parte frontal de plexiglás de superficie endurecida • Apta para alojamiento en los bastidores de experimentación diseñados para los paneles didácticos de formato • Conexión directa de la fuente de alimentación estándar UniTrain para utilización sin la interfaz UniTrain • Disposición de las tensiones fijas y variables del sistema en los casquillos de 2 mm (8 unidades) • Preparada para la conexión de dos cables de medición de seguridad de 2 mm • Alojamiento de las tarjetas de experimentación UniTrain

- Mecanismo para eyectar tarjetas de experimentación UniTrain con muelle de reposicionamiento
- Alojamiento de la placa de pruebas para experimentación con los componentes cableados y los circuitos integrados
- Alojamiento del multímetro bajo utilización de la interfaz IrDa
- Dimensiones: 29,6 x 19 x 8,6 cm
- Peso: 1,0 kg

Fuente: (Lucas Nülle, 2021)

Tabla 12

Accesorios de medición

Accesorios de medición UniTrain	
	<ul style="list-style-type: none">• Resistencias en derivación (shunts) en tarjeta de circuitos impresos, para medición de corriente con las entradas analógicas del sistema UniTrain.• 6 shunts: 2 de 1 ohmio, 2 de 10 ohmios, 2 de 100 ohmios• Impresión serigráfica para identificación de las resistencias, de las tomas de tensión y de las entradas de corriente• 24 casquillos de 2 mm• Dimensiones: 100 x 40 mm• Juego de cables de medición 2 mm (28 unidades) para UniTrain

Fuente: (Lucas Nülle, 2021)