

# Simulación de Circuitos

David Ricardo Martínez Hernández

Código: 261931

**Resumen**— It is understood the operation of circuit simulators, schematic diagrams by making different types of evidence, obtaining the results digitally and accurately.

**Palabras clave**— Condensador, Fuente, Generador de Señales, Multímetro, LED, Osciloscopio, Resistencias, Simulador, Voltaje Pico.

## I. INTRODUCCIÓN

Un simulador de circuitos es una aplicación de software (generalmente gráfica) con la que se puede realizar análisis y síntesis de circuitos electrónicos, permitiendo así y al ingeniero o diseñador conocer de antemano los resultados, valores de voltaje y de corriente, que se presentarán en los dispositivos de un circuito, sin inicialmente ser necesaria la implementación física del mismo en el protoboard o en una tarjeta de circuito impreso.

Las herramientas mas utilizadas en los simuladores son, Osciloscopio, Generador de Señales, Multímetro, entre otros.

El **Osciloscopio** es el instrumento por el cual se pueden visualizar de forma gráfica las señales eléctricas que pueden variar en el tiempo.

El **Generador de Señales** es un aparato electrónico que produce ondas sinusoidales, cuadradas y triangulares, además de crear señales TTL, con un voltaje OFFSET.

El **Multímetro** es un instrumento de medición que ofrece la posibilidad de medir distintos parámetros eléctricos y magnitudes en el mismo dispositivo.

## II. MATERIALES Y MÉTODOS

Para desarrollar este laboratorio fue necesaria la utilización de:

- Paquete de Simulación

## III. DESARROLLO TEÓRICO DE LOS CIRCUITOS IMPLEMENTADOS

### III-A. Uso del Voltímetro y Amperímetro

Se realizó el diseño esquemático del circuito de la figura 1

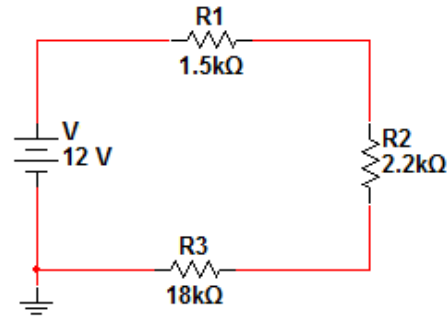


Fig. 1  
CIRCUITO SERIE A SIMULAR

El análisis matemático del circuito 1 aplicando la ley de voltajes de Kirchoff

$$\begin{aligned}
 -V + V_{R_1} + V_{R_2} + V_{R_3} &= 0 \\
 -12 + 1,5kI + 2,2kI + 18kI &= 0 \\
 I(1,5k + 2,2k + 18k) &= 12V \\
 I &= \frac{12V}{21,7k\Omega} \\
 I &= 552,995\mu A \\
 R_{EQUI} &= \frac{V_{FUENTE}}{I_{TOTAL}} \\
 R_{EQUI} &= 21,7k\Omega \\
 V_{R_1} &= R_1 * I = 829,493mV \\
 V_{R_2} &= R_2 * I = 1,38249V \\
 V_{R_3} &= R_3 * I = 9,95392V
 \end{aligned}$$

La herramienta *animation options* funciona para ver el comportamiento de los elementos que componen el diagrama esquemático del circuito, indicando la dirección de la corriente. Los resultados obtenidos en el simulador comparados con los teóricos y los datos del laboratorio 2 se muestran en la Tabla I:

Elemento	R <sub>1</sub>	R <sub>2</sub>	R <sub>3</sub>
V <sub>simulador</sub>	0.829 V	1.217 V	9.954 V
I <sub>simulador</sub>	550.671 $\mu A$	550.671 $\mu A$	550.671 $\mu A$
V <sub>teórico</sub>	0.829 V	1.38249 V	9.953 V
I <sub>teórica</sub>	9.945 $\mu A$	550.671 $\mu A$	550.671 $\mu A$
V <sub>práctico</sub>	0.815 V	2.174 V	8.16 V
I <sub>práctica</sub>	5.52 $\mu A$	5.52 $\mu A$	5.52 $\mu A$

TABLA I  
MEDIDAS DEL CIRCUITO SERIE

Los resultados son muy similares excepto la corriente que es entregada por la fuente en la parte práctica, pero los resultados tanto teóricos como los simulados son muy similares.

Se realizó el diseño esquemático del circuito de la figura 2

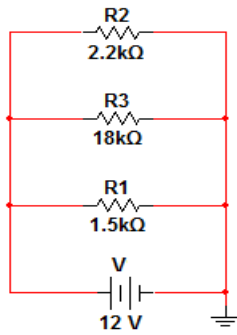


Fig. 2

CIRCUITO PARALELO A SIMULAR

Los datos teóricos se encuentran a continuación:

$$\begin{aligned}
 V_{FUENTE} &= V_{R1} = V_{R2} = V_{R3} \\
 I_{R1} &= \frac{V_{R1}}{R1} = 8mA \\
 I_{R2} &= \frac{V_{R2}}{R2} = 5,455mA \\
 I_{R3} &= \frac{V_{R3}}{R3} = 666,667\mu A \\
 I_{TOTAL} &= I_{R1} + I_{R2} + I_{R3} = 14,121mA \\
 R_{EQUI} &= \frac{1}{\frac{1}{R1} + \frac{1}{R2} + \frac{1}{R3}} = 849,785\Omega
 \end{aligned}$$

Los resultados obtenidos en el simulador comparados con los teóricos y los datos del laboratorio 2 se muestran en la Tabla II:

Elemento	R1	R2	R3	Fuente
Vsimulador	12 V	12 V	12 V	12 V
Isimulador	8 mA	5.45 mA	666.667 μA	14.121 mA
Vteórico	12 V	12 V	12 V	12 V
Iteórica	8 mA	5.455 mA	666.667 μA	14.121 mA
Vpráctico	12.01 V	12.00 V	12.01 V	12.02 V
Ipráctica	8.08 mA	5.50 mA	662 μA	14.09 mA

TABLA II

MEDIDAS DEL CIRCUITO PARALELO

Los resultados son muy similares entre sí. Se realizó el diseño esquemático del circuito de la figura 3

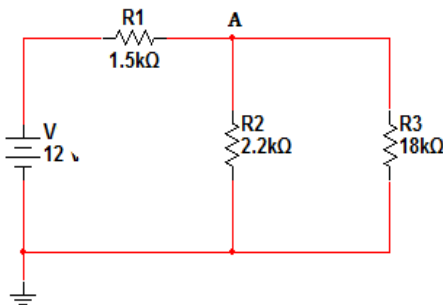


Fig. 3

CIRCUITO MIXTO A SIMULAR

Los datos teóricos se encuentran a continuación:

$$\begin{aligned}
 R_{EQUI} &= R1 + \frac{R2 \cdot R3}{R2 + R3} = 3,4604k\Omega \\
 \frac{V-A}{R1} &= \frac{A}{R2} + \frac{A}{R3} \\
 A \left( \frac{1}{R1} + \frac{1}{R2} + \frac{1}{R3} \right) &= \frac{V}{R1} \\
 A &= \frac{V R2 R3}{R1 R2 + R1 R3 + R2 R3} = 6,79828V \\
 I_{R1} &= \frac{V-A}{R1} = 3,46781mA \\
 I_{R2} &= \frac{A}{R2} = 3,09013mA \\
 I_{R3} &= \frac{A}{R3} = 377,682\mu A \\
 V_{R1} &= V - A = 5,20172V \\
 V_{R2} &= V_{R3} = A = 6,79828V
 \end{aligned}$$

Los resultados obtenidos en el simulador comparados con los teóricos se muestran en la Tabla III:

Elemento	R1	R2	R3	Fuente
Vsimulador	5.202 V	6.798 V	6.798 V	12 V
Isimulador	3.497 mA	3.09 mA	377.689 μA	3.497 mA
Vteórico	5.202 V	6.798 V	6.798 V	12 V
Iteórica	3.468 mA	3.09 mA	367.682 μA	3.467 mA

TABLA III

MEDIDAS DEL CIRCUITO MIXTO

El error de estos datos es mínimo porque son prácticamente iguales, además este circuito se monto en el laboratorio 2 pero con diferentes valores de resistencia, por consiguiente no se puede hacer una comparación entre estos datos y así dar un valor de error.

Los decimales se señalan con un punto.

Si es necesaria la referencia a tierra para poder simular Solo hay una propiedad que se puede editar en las fuentes DC y es la cantidad de voltaje que suministra, las demás opciones es para cambiarla por otra fuente.

Para el voltímetro y el amperímetro la propiedad "Display Range" sirve para cambiar la escala de medida, es decir V, mV y μV, al igual que en el amperímetro A, mA y μA.

La herramienta "Bill of materials" es un módulo que está diseñado para permitir la creación de una lista de materiales, es decir muestra una lista de todos los elementos que se están utilizando, excepto las fuentes, multímetros, generadores de señales, entre otros.

### III-B. Uso del Osciloscopio y Generador de Señales

Con el generador de señales se puso una señal de  $V(t) = 5 \sin(2\pi * 400t)$ , se cambio la señal producida por el generador a los distintos tipos de onda y se obtuvieron los siguientes resultados

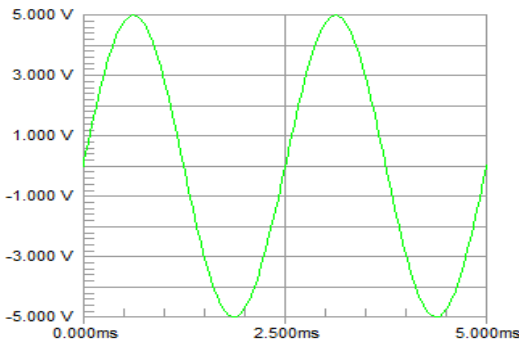


Fig. 4  
ONDA SINUSOIDAL

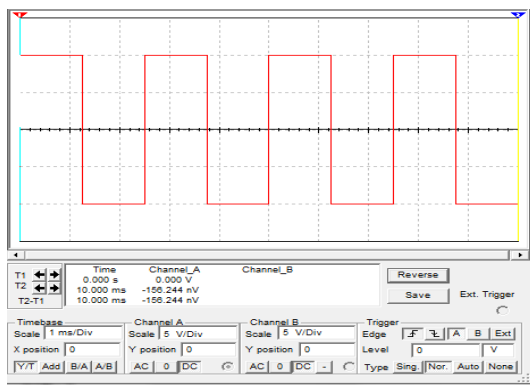


Fig. 5  
ONDA CUADRADA

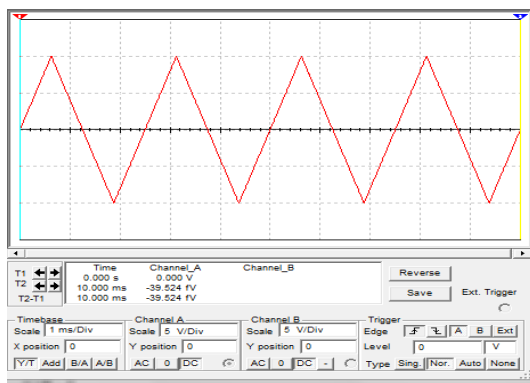


Fig. 6  
ONDA TRIANGULAR

Como en el osciloscopio real solo funciona en AC, en DC no muestra nada, es decir 0, al igual que en GND.

Al medir con el multímetro la señal en AC da como resultado 3,535 V y en DC da 97,09  $\mu V$ . Como el multímetro solo mide valores RMS, recordando que la formula es  $V_{RMS} = \frac{V_{PICO}}{\sqrt{2}}$  y en DC mide el valor promedio de la señal pero como es sinusoidal tiende a cero, por eso da un valor tan pequeño. Con el generador de señales del simulador si se puede cambiar el valor de OFFSET, al igual que los generadores reales.

### III-C. Uso de Otros Dispositivos

Se realizó el diseño esquemático del circuito de la figura 7

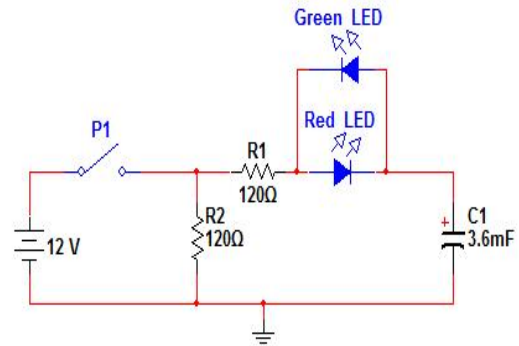


Fig. 7  
CIRCUITO CON CONDENSADORES A SIMULAR

El sentido de las corrientes cuando se cierra el interruptor queda de la siguiente forma y el condensador esta completamente descargado

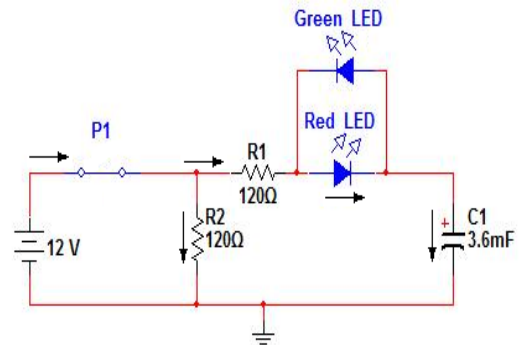


Fig. 8  
SENTIDO DE LAS CORRIENTES P1 CERRADO

El sentido de las corrientes cuando se abre el interruptor queda de la siguiente forma y el condensador esta completamente cargado

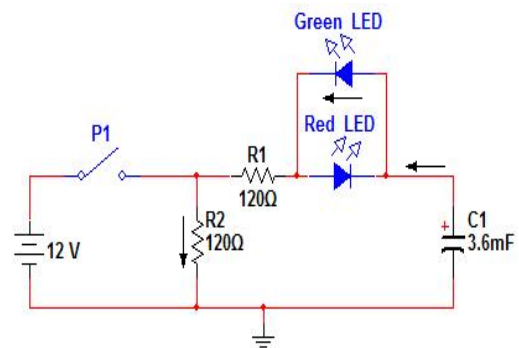


Fig. 9  
SENTIDO DE LAS CORRIENTES P1 ABIERTO

Los resultados son los mismos que se obtuvieron en la práctica, se comportan de la misma manera.

### III-D. Trabajo Extraclase

III-D.1. *Montajes con Diodos de unión:* Se realizó el diseño esquemático del circuito de la figura 10

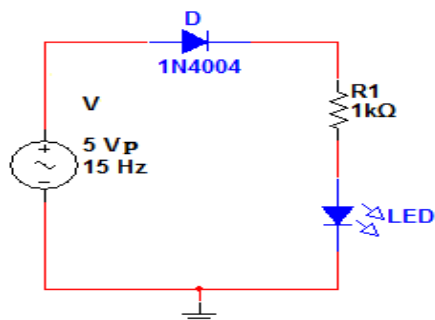


Fig. 10

RECTIFICADOR DE MEDIA ONDA

La señal que se visualizó en el osciloscopio esta representada en la figura 11

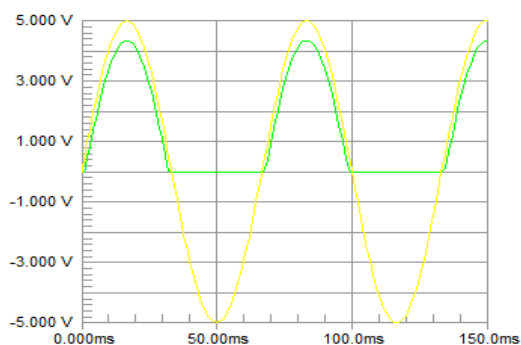


Fig. 11

ONDAS RECTIFICADOR DE MEDIA ONDA

Es de esta forma porque el diodo solo conduce en un solo sentido, cuando se encuentra polarizado en directo, si es un diodo de unión. Es decir el diodo solo conduce en el semi-ciclo positivo y en el semi-ciclo negativo no conduce porque esta polarizado en inverso, por eso se muestra esa salida del diodo.

Como el diodo solo conduce en el semi-ciclo positivo el voltaje en la resistencia depende de la corriente que circula por el circuito.

El Led se prende y apaga porque también es un diodo, por consiguiente solo prende cuando el Led esta conectado en directo, esto sucede en el semi-ciclo positivo, en el semi-ciclo negativo el Led esta conectado en inverso.

Se realizaron los diseños esquemático de los circuitos de las figuras 12 y 13

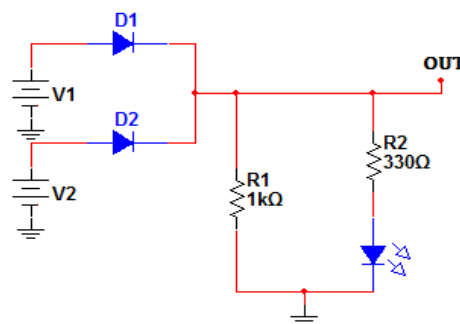


Fig. 12

COMPUERTA OR

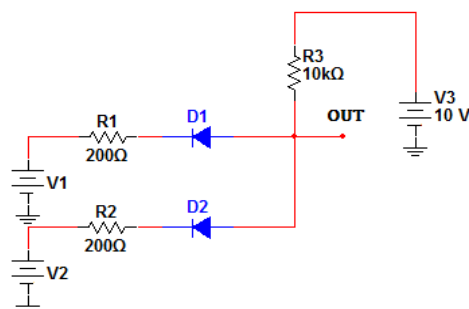


Fig. 13

COMPUERTA AND

Los datos se encuentran en las Tablas IV y V

V <sub>1</sub>	V <sub>2</sub>	V <sub>OUT</sub>
0 V	0 V	0 V
0 V	10 V	9.259 V
10 V	0 V	9.259 V
10 V	10 V	9.291 V

TABLA IV

VOLTAJES EN COMPUERTA OR

V <sub>1</sub>	V <sub>2</sub>	V <sub>OUT</sub>
0 V	0 V	764.1 mV
0 V	10 V	764.1 mV
10 V	0 V	764.1 mV
10 V	10 V	10 V

TABLA V

VOLTAJES EN COMPUERTA AND

En la figura 12 no hay flujo de corriente porque las fuentes se encuentran en 0 V, por consiguiente no hay flujo de corriente. En la figura ??, el flujo de corriente es

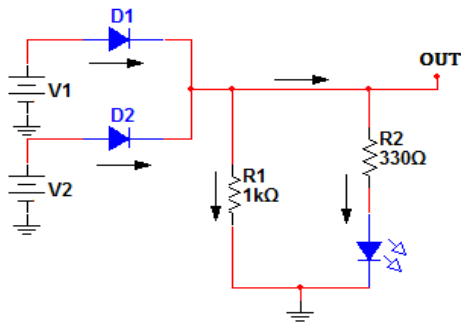


Fig. 14

FLUJO DE CORRIENTE COMPUERTA OR

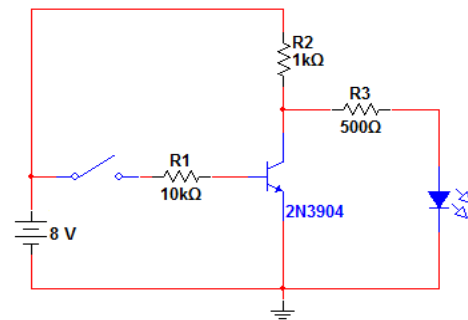


Fig. 17

COMPUERTA NOT CON TRANSISTOR BIPOLAR

El flujo de la corriente en la figura ?? esta representado por las siguientes graficas

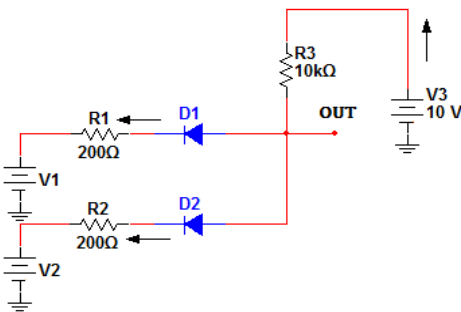


Fig. 15

FLUJO DE CORRIENTE COMPUERTA AND A 0 V

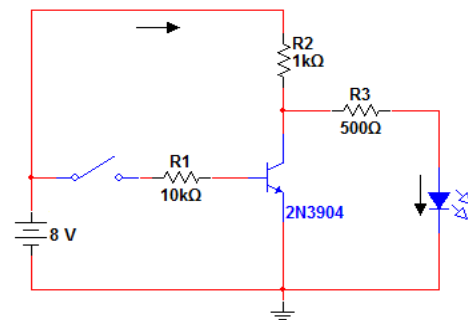


Fig. 18

SENTIDO CORRIENTE COMPUERTA NOT CON TRANSISTOR BIPOLAR

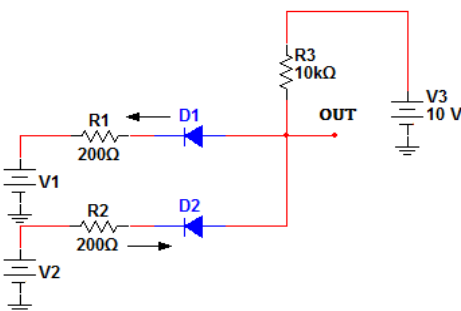


Fig. 16

FLUJO DE CORRIENTE COMPUERTA AND A 10 V

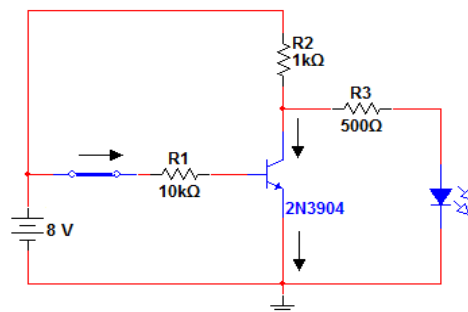


Fig. 19

SENTIDO CORRIENTE COMPUERTA NOT CON TRANSISTOR BIPOLAR

**III-D.2. Montaje con Transistores Bipolares:** Se realizó el diseño esquemático del circuito de la figura 17

#### IV. CONCLUSIONES

- Se aprendió a manejar el simulador para realizar los circuitos propuestos en los laboratorio para saber como se va a comportar el montaje práctico, sin necesidad de montarlo en la protoboard.
- Se aprendió a manejar las herramientas características de los simuladores de circuitos, como los son los multímetros, osciloscopios y los generadores de señales, así se podrá comprender mejor el comportamiento de los circuitos.

#### REFERENCIAS

- [1] Dorf Svoboda. "*Circuitos Eléctricos*". Alfaomega, 2006.
- [2] C. J. Savant. "*Diseños Electrónicos: Circuitos de Sistema*". Prentice-Hall, 2006.