



Universidad De Las Américas Puebla

Ingeniería en Robótica y Telecomunicaciones

Ingeniería en Mecatrónica

Departamento de computación, electrónica y mecatrónica.

En el curso:

Electrónica de Potencia - VI23-LRT4062-1

Impartido por:

Dr. Rafael Ordoñez Flores

Práctica 6:

Regulador de voltaje CA monofásico con accionamiento por diac.

Equipo 3

Proyecto que presentan:

Joan Carlos Monfil Huitle – 172820

Jesús Alberto Betancourt Nevares – 166352

Jonathan Eliasib Rosas Tlaczani – 168399

Bianca Lilliane Camacho Contreras – 164374

Fecha de entrega:

20/06/23

Introducción

En el ámbito de las ingenierías es necesario tener conocimiento de diversos temas, entre los más importante se encuentra la electrónica, en cualquiera de sus distintas ramificaciones; el correcto manejo y control de diversos métodos es uno de los principales desafíos en la electrónica, sobre todo al obtener resultados precisos, siendo entre estos, ondas de distintas formas, y esto se debe por las configuraciones realizadas en el equipo que se esté trabajando. Por lo cual esto nos permiten tener un mejor análisis y entendimiento de los resultados obtenidos.

Durante el proceso se debe tener cuidado con las configuraciones, sobre todo al principio ya que se manejan en radianes, y si al principio estarán mal los datos, prácticamente estará mal todo lo demás ya que no corresponderán las medidas con los ángulos estipulados.

Es por ello que se necesita una constante revisión y aceptación por parte de todos los colaboradores.

Objetivos

Al elaborar la práctica, es esencial recordar y entender el manejo del equipo que se encuentra en el laboratorio; respecto a la captura de los datos durante la practica es importante tener una similitud entre el práctico y el teórico.

Es importante mencionar que respecto a esta práctica es recomendable revisar las conversiones que se estén realizando, como al igualo en que configuración se está usando y armando el circuito sin descartar el comportamiento de la onda como al igual al plasmarse la onda en la pantalla.

A continuación, se mencionan los objetivos:

- Hallar los valores correspondientes respecto a las medidas realizadas con el equipo utilizado.
- Utilizar el equipo del laboratorio con la finalidad de representar circuitos y poder observar el comportamiento de este.
- Obtener las distintas ondas por medio del osciloscopio.
- Configurar correctamente el osciloscopio.
- Analizar el comportamiento de las ondas obtenidas.
- Observar cómo se regula la tensión eficaz en una carga resistiva mediante.
- Comprender el funcionamiento de los componentes utilizados en el circuito.

Materiales y equipo

El material que se utilizó durante la práctica fue estipulado por el docente a cargo de la materia. A continuación, se encuentra enlistado el mismo:

- Programas:
 - Respecto a softwares, no se utilizó ninguno de forma directa, por lo cual no se utilizó alguno.
- Materiales y equipo:
 - Sistema didáctico de transmisión de energía de CA LabVolt
 - Cables de conexión
 - Focos
 - Protoboard
 - Capacitores (470 uF)
 - Diodos (1N4004)
 - Clavija
 - Osciloscopio
 - Tester (Multímetro)

Marco teórico

A continuación, se abordará ciertos conceptos, principios y técnicas involucradas en la observación de la conversión de corriente alterna a corriente continua a través de la rectificación de onda completa y media onda. Forma la base para una mayor exploración, experimentación y aplicaciones prácticas de rectificación en varios sistemas eléctricos y electrónicos.

- Control de fase de CA de Diac

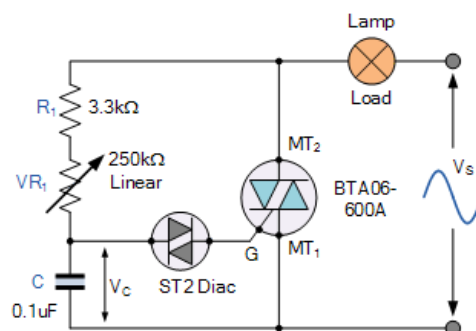


Imagen 1: Control de fase de CA de Diac.

A medida que la tensión de alimentación de CA aumenta al principio del ciclo, el condensador, C se carga a través de la combinación en serie de la resistencia fija, R1 y el potenciómetro, VR1 y la tensión a través de sus placas aumenta. Cuando la tensión de carga alcanza la tensión de ruptura del diac (unos 30 V para el ST2), el diac se rompe y el condensador se descarga a través del diac.

La descarga produce un pulso repentino de corriente, que dispara el TRIAC a la conducción. El ángulo de fase al que se dispara el TRIAC puede variarse utilizando VR1, que controla la velocidad de carga del condensador. La resistencia R1 limita la corriente de puerta a un valor seguro cuando VR1 está al mínimo.

Una vez que el TRIAC se ha disparado en la conducción, se mantiene en su estado "ON" por la corriente de carga que fluye a través de él, mientras que el voltaje a través de la combinación resistencia-condensador está limitado por el voltaje "ON" del TRIAC y se mantiene hasta el final del presente medio ciclo de la alimentación de CA.

Al final del semiciclo, la tensión de alimentación cae a cero, reduciendo la corriente a través del TRIAC por debajo de su corriente de mantenimiento, I_H lo pone en "OFF" y el diac deja de conducir. La tensión de alimentación entra entonces en su siguiente semiciclo, la tensión del condensador comienza de nuevo a subir (esta vez en sentido contrario) y el ciclo de disparo del TRIAC se repite de nuevo.

– Forma de onda de conducción del TRIAC

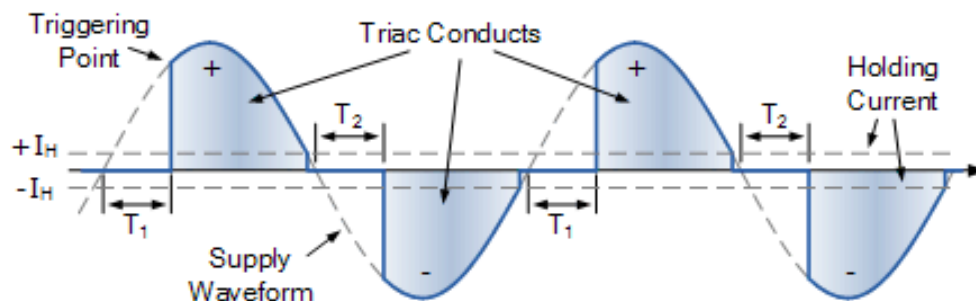


Imagen 2: Forma de onda de conducción del TRIAC

Entonces hemos visto que el diac es un dispositivo muy útil que puede ser usado para disparar TRIACS y debido a sus características de resistencia negativa esto le permite encender "ON" rápidamente una vez que se alcanza un cierto nivel de voltaje aplicado. Sin embargo, esto significa que siempre que queramos utilizar un TRIAC para el control de la alimentación de CA necesitaremos también un diac separado. Afortunadamente para nosotros, alguna chispa brillante sustituyó el DIAC y el TRIAC individuales por un único dispositivo de conmutación llamado QUADRAC.

Una vez conociendo algunos términos importantes y básicos en esta práctica, pro seguiremos en mencionar el equipo, Esta vez se hizo uso del equipo de laboratorio complementándolo con material que los mismos estudiantes consiguieron y así poder realizar la práctica de manera correcta.

Como menciona “FESTO” distribuidor del “Sistema didáctico de transmisión de energía de CA LabVolt”; este nos proporciona diversas oportunidades de experimentar en las transmisiones de energías, por lo cual se les ofrece a los estudiantes entender y comprender los conocimientos de la energía y tecnología eléctrica. En este equipo se puede ver y trabajar con componentes y conceptos básicos de circuitos trifásicos, mediciones de potencia, secuencia de fases y más.

Así mismo se puede configurar de diferentes formas y poder generar y crear distintos circuitos que se desean analizar, con esto también se pueden variar ciertos valores , los cuales nos ofrece el equipo, así mismo es necesario reconocer que hay valores que nos deja colocar ya que las mediciones no alcanzan o son mu pequeños, en caso de desear una medición se puede realizar con suma de componentes y dicha suma nos deberá dar dicha medida deseada, es importante recalcar que puede a ver medidas que no se puedan colocar.

Al igual se debe mencionar que para realizar las respectivas conexiones es necesario utilizar jumpers o cables específicos para el equipo, al igual antes de empezar a medir es importante considerar tener todo en 0 ya que al encender el equipo puede existir una gran carga que lo pueda dañar, así mismo al encenderlo es importante darle voltaje de poco en poco para poder ver y analizar el comportamiento del circuito a analizar en cuestión; así mismo se puede visualizar el voltaje y el amperaje y conocer valores deseados.



Imagen 3: Sistema didáctico de transmisión de energía de CA LabVolt.

Al igual se utilizan componentes en el armado del circuito y que el equipo tiene integrados, como los son resistencias, capacitores, inductores, fuente de voltaje y más componentes que se irán mencionan en el transcurso de la materia.

Para este curso debemos recordar ciertos conocimientos antes vistos en materias anteriores, conocimientos los cuales nos ayudaran a entender mejor el funcionamiento y uso del equipo; como así saber que se debe de realizar y conectar y poder conocer lo que se desea observar.

Un circuito eléctrico es el conjunto de elementos eléctricos conectados entre sí que permiten generar, transportar y utilizar la energía eléctrica con la finalidad de transformarla en otro tipo de energía como, por ejemplo, energía calorífica (estufa), energía lumínica (bombilla) o energía mecánica (motor). Respecto al equipo se debe conocer lo siguiente, esto para no a ver corto circuito o algún problema al momento de suministrar energía.

- Generador: Parte del circuito donde se produce la electricidad, manteniendo una diferencia de tensión entre sus extremos.
- Conductor: Hilo por donde circulan los electrones impulsados por el generador.
- Interruptor: Elemento que permite abrir o cerrar el paso de la corriente eléctrica. Si el interruptor está abierto no circulan los electrones y si está cerrado permite su paso

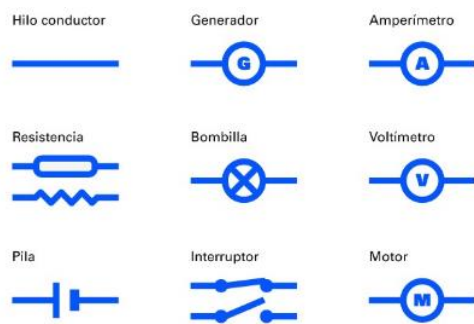


Imagen 4: Elementos de un circuito.

Al igual se utilizó un osciloscopio; un osciloscopio es un instrumento utilizado en electrónica para la visualización electrónica, de gráficas de señales eléctricas que pueden variar en el tiempo. Es utilizado para señales, frecuentemente junto a un analizador de espectro. Lo cual estos equipos nos permiten observar el cambio temporal de diferentes señales presentes en los circuitos electrónicos. Estos aparatos cuentan con unos conmutadores que permiten el ajuste de la escalera de tiempo y de voltaje.

Las frecuencias en las que se puede usar un osciloscopio pueden ser desde una señal que no varíe en función del tiempo (como una corriente continua) hasta el orden de 10 MHz o más en función del modelo empleado. Este mismo nos enseña los valores de las señales eléctricas en forma de coordenadas

en una pantalla, en la que normalmente el eje x (horizontal) representa tiempos y el eje y (vertical) representa tensiones, y la imagen (señal) obtenida se denomina oscilograma.

Los osciloscopios, clasificados según su funcionamiento interno; pueden ser tanto analógicos como digitales, siendo el resultado mostrado idéntico en cualquiera de los dos casos.

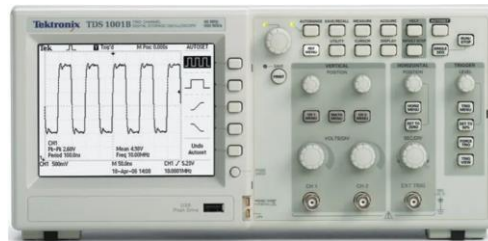


Imagen 5: Osciloscopio Tektronix TDS 1012B.

Un multímetro, o también conocido como tester, es un dispositivo eléctrico y portátil importante en el área de electrónica ya que nos permite medir distintas magnitudes eléctricas que forman parte de un circuito, como: corrientes, potencias, resistencias, capacidades, entre otras.

Puede medir magnitudes en distintos rangos. Un multímetro tiene muchas funciones, por la cual es más conocido es por su eficiencia de medir distintas magnitudes en un circuito eléctrico.

Algunas de ellas son: Medición de resistencia, prueba de continuidad, mediciones de tensiones de corriente alterna y corriente continua, mediciones de intensidad de corrientes alterna y continua, medición de la capacitancia, medición de la frecuencia, detección de la presencia de corriente alterna. Incluso puede medir corriente continua o corriente alterna de forma digital o analógica.



Imagen 6: Multímetro FLUKE 29.

Con lo antes mencionado se puede trabajar más eficiente ya que se conocen las herramientas del laboratorio y así poder agilizar la práctica en cuestión.

Diseño del experimento

En cuestión del diseño de los circuitos; para esta práctica solo se diseñó un circuito, el cual fue proporcionado por el profesor a cargo; gracias a que el profesor nos dio el circuito, solo nos encargamos de realizarlos de forma física.

Para este circuito es importante mencionar que debe realizar la correcta conexión para poder obtener lo requerido y pedido en la práctica en este caso, se utilizó un potenciómetro con un capacitor y un tiristor. Con los circuitos se observó y analizo el comportamiento del circuito, como lo fue la medida de las ondas.

El circuito en cuestión fue el siguiente:

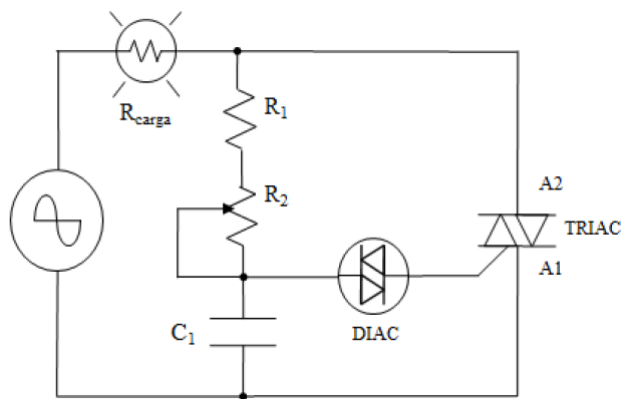


Imagen 7: Esquema del circuito.

Desarrollo experimental

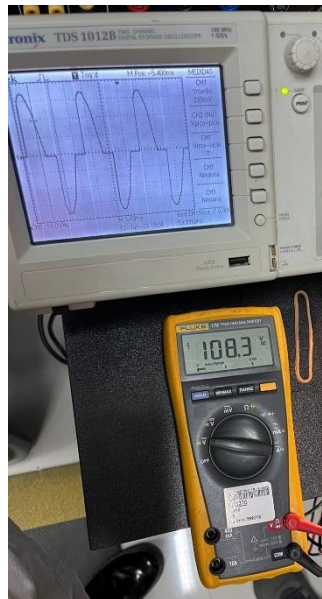


Imagen 7: Señal en el osciloscopio $V_{prom}=235mV$ con un Voltaje de 108.3V AC.

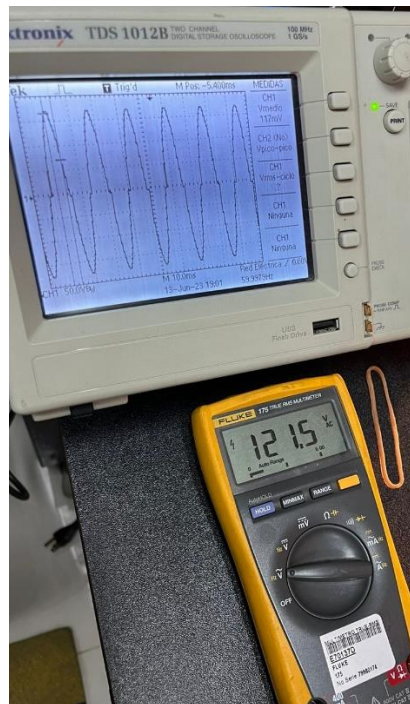


Imagen 8: Señal en el osciloscopio con un voltaje de 121.5 V AC. V_{prom} 117mV

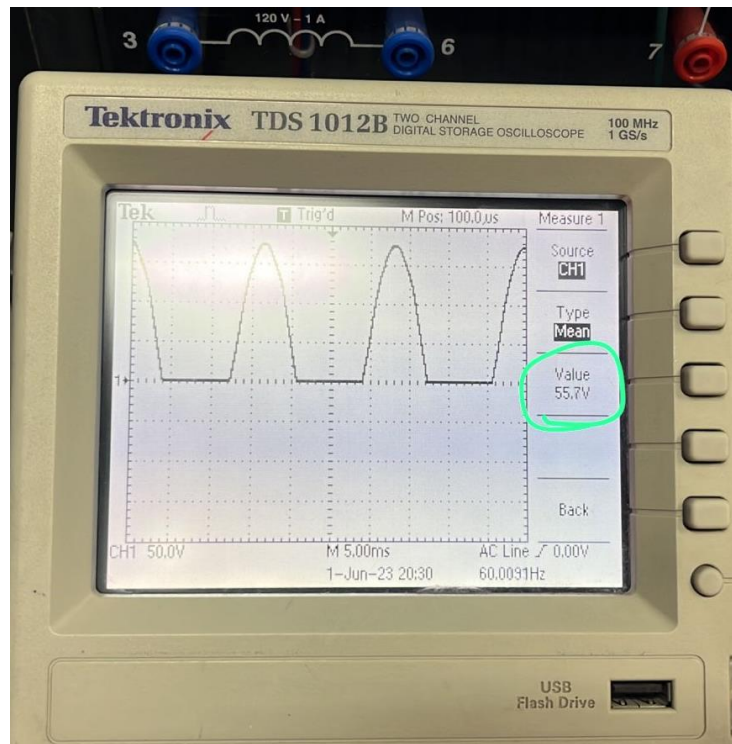


Imagen 9: Señal en el osciloscopio con Voltaje promedio $V_{prom} = 55.7V$

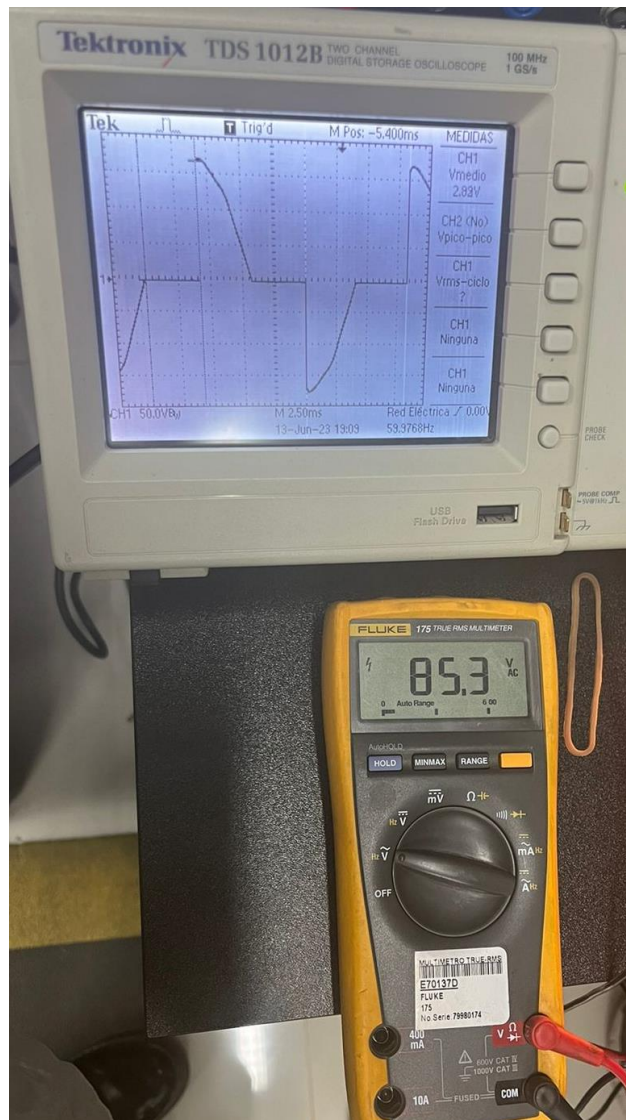


Imagen 10: Señal en el osciloscopio $V_{prom}=2.83V$ con un Voltaje de 85.3 V AC.

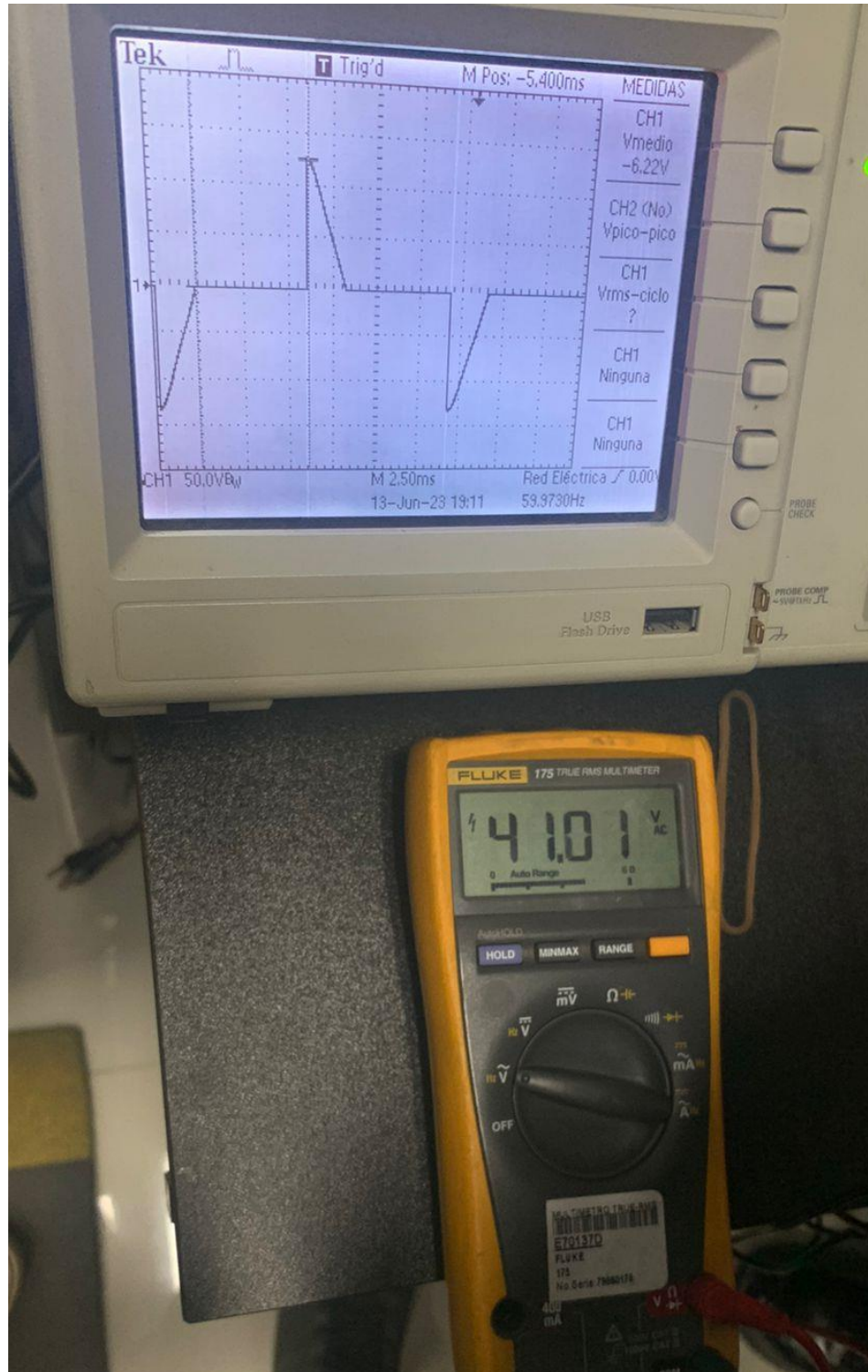


Imagen 11: Señal en el osciloscopio $V_{prom} = -6.22V$, con un Voltaje de 41.01 V AC Circuito esquemático

Imagen 12: Circuito esquemático en Multisim.

Comparación Teórico Práctico

En este experimento, se realizó una comparación entre los valores teóricos calculados utilizando la ecuación corregida y los valores medidos experimentalmente del voltaje eficaz en la carga resistiva para diferentes ángulos de disparo del TRIAC.

Los valores teóricos se calcularon utilizando la ecuación:

$$V_{RMS} = \frac{\hat{v}}{\sqrt{2}} \left\{ \frac{1}{\pi} \left(\pi - \alpha + \frac{1}{2} \sin 2\alpha \right) \right\}^{\frac{1}{2}}$$

$$V_0 = \frac{V_{CA}}{\sqrt{2}} \left[\frac{1}{\pi} \left(\pi - \alpha + \frac{1}{2} \sin 2\alpha \right) \right]^{-1/2}$$

$$V_0 = \frac{124}{\sqrt{2}} \left[\frac{1}{\pi} \left(\pi - \frac{\pi}{3} + \frac{1}{2} \sin \left(2 * \frac{\pi}{3} \right) \right) \right]^{-1/2}$$

$$V_0 = \frac{124}{\sqrt{2}} \left[\frac{1}{\pi} \left(\pi - \frac{\pi}{2} + \frac{1}{2} \sin \left(2 * \frac{\pi}{2} \right) \right) \right]^{-1/2}$$

$$V_0 = \frac{124}{\sqrt{2}} \left[\frac{1}{\pi} \left(\pi - \frac{3\pi}{4} + \frac{1}{2} \sin \left(2 * \frac{3\pi}{4} \right) \right) \right]^{-1/2}$$

$$V_0 = \frac{124}{\sqrt{2}} \left[\frac{1}{\pi} \left(\frac{1}{2} \sin (2 * \pi) \right) \right]^{-1/2}$$

Los valores medidos se obtuvieron utilizando un osciloscopio y midiendo el voltaje eficaz en la carga resistiva para cada ángulo de disparo. Podemos observar los valores registrados en la siguiente tabla:

α	VRMS Ideal	VRMS Real
0°	89.803	98.5
60°	94.172	88.2
90°	63.4997	77.3

135°	11.43	67.8
------	-------	------

Donde sustituimos α en la formula por los grados solicitados en nuestra tabla. Es importante mencionar que para que la formula funcionara tuvimos que pasar los grados a radianes y poner la calculadora en modo rad para que marcara error el resultado.

Al comparar los valores teóricos con los valores prácticos, se observó una correspondencia general entre ellos. Sin embargo, hubo algunas diferencias notables. Estas diferencias podrían deberse a factores como la tolerancia de los componentes utilizados, efectos parasitarios en el circuito y posibles errores de medición.

Es importante tener en cuenta que el modelo teórico utilizado asume condiciones ideales y desprecia ciertos efectos prácticos que pueden influir en la regulación del voltaje, como las caídas de voltaje en los componentes y los efectos de carga inductiva o capacitiva.

A pesar de las diferencias observadas entre los valores teóricos y prácticos, se pudo comprobar experimentalmente que el regulador de voltaje basado en el TRIAC y controlado por el DIAC es capaz de regular el voltaje eficaz en una carga resistiva al variar el ángulo de disparo del TRIAC.

Conclusión

En este experimento, se investigó el funcionamiento de un regulador de voltaje de corriente alterna monofásico utilizando un TRIAC y controlado por un DIAC. Los objetivos eran observar cómo se regula el voltaje eficaz en una carga resistiva al variar el ángulo de disparo del TRIAC y comparar los valores teóricos con los valores prácticos obtenidos experimentalmente.

A través del diseño y desarrollo experimental, se pudo realizar una comparación entre los valores teóricos y prácticos del voltaje eficaz en la carga resistiva para diferentes ángulos de disparo del TRIAC. Aunque se observaron algunas diferencias entre los valores teóricos y prácticos, se demostró que el regulador de voltaje logra regular el voltaje de salida en la carga resistiva de manera efectiva.

Estos resultados indican que el regulador de voltaje basado en el TRIAC y controlado por el DIAC tiene aplicaciones prácticas en la regulación de voltaje en sistemas monofásicos. Sin embargo, es importante considerar los posibles errores y limitaciones del modelo teórico utilizado, así como los efectos prácticos que pueden influir en el rendimiento del regulador.

En conclusión, este experimento proporcionó una comprensión más profunda del funcionamiento y la efectividad del regulador de voltaje de corriente alterna monofásico con control mediante un DIAC. Se destacó la importancia de realizar mediciones experimentales para validar los resultados teóricos y se identificaron áreas para posibles mejoras.

Bibliografías

Timothy J. Maloney, “Electrónica Industrial Moderna”, 5ta Edición, Pearson Prentice Hall, pp.167-169.

“Osciloscopio.” *Wikipedia*, 29 Nov. 2021, es.wikipedia.org/wiki/Osciloscopio.

Circuitos eléctricos. (n.d.). Endesa. <https://www.fundacionendesa.org/es/educacion/endesa-educa/recursos/elementos-circuito-electrico>

Compensación de la energía reactiva y su papel en el incremento del factor de potencia. (n.d.). <https://www.risoul.com.mx/blog/compensacion-de-la-energia-reactiva-y-su-papel-en-el-incremento-del-factor-de-potencia>

Festo. (n.d.). *Comprar Sistema didáctico de transmisión de energía de CA LabVolt Series 8010-B online* | Festo MX. https://www.festo.com/mx/es/p/sistema-didactico-de-transmision-de-energia-de-ca-id_PROD_DID_579320/?page=0

R, José Luis. *MULTIMETRO | Que Es, Para Que Sirve, Como Funciona Y Partes*. como-funciona.co/un-multimetro/.

Cálculos matemáticos

$$V_0 = \frac{V_{CA}}{\sqrt{2}} \left[\frac{1}{\pi} \left(\pi - \alpha + \frac{1}{2} \sin 2 \alpha \right) \right]^{-1/2}$$

$$V_0 = \frac{124}{\sqrt{2}} \left[\frac{1}{\pi} \left(\pi - \frac{\pi}{3} + \frac{1}{2} \sin \left(2 * \frac{\pi}{3} \right) \right) \right]^{-1/2}$$

$$V_0 = \frac{124}{\sqrt{2}} \left[\frac{1}{\pi} \left(\pi - \frac{\pi}{2} + \frac{1}{2} \sin \left(2 * \frac{\pi}{2} \right) \right) \right]^{-1/2}$$

$$V_0 = \frac{124}{\sqrt{2}} \left[\frac{1}{\pi} \left(\pi - \frac{3\pi}{4} + \frac{1}{2} \sin \left(2 * \frac{3\pi}{4} \right) \right) \right]^{-1/2}$$

$$V_0 = \frac{124}{\sqrt{2}} \left[\frac{1}{\pi} \left(\frac{1}{2} \sin \left(2 * \pi \right) \right) \right]^{-1/2}$$

$$1ms \rightarrow x = 21.6^\circ$$

$$2.77 ms \rightarrow 60^\circ$$

$$4.1 ms \rightarrow 90^\circ$$

$$6.25 ms \rightarrow 135^\circ$$

$$8.33 ms \rightarrow 180^\circ$$

Radianes	α	$V_{RMS} \text{ Ideal}$	$V_{RMS} \text{ Experimental}$
	21.6°	127 V	126.5 V
$\frac{\pi}{3}$	60°	104.14 V	103.8 V
$\frac{\pi}{2}$	90°	90.58 V	90.8 V
$\frac{3\pi}{4}$	135°	65.14 V	65.1 V

Tabla 1. Salida de Voltaje RMS