



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 1:

Medición de potencias y factor de potencia.

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:

30/05/23

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 la potencia aparente, potencias real o activa, potencia reactiva y el factor de potencia. Estos nos permiten tener un mejor análisis y entendimiento de los resultados obtenidos.

Así mismo es importante mencionar que gracias a estos valores se puede modificar dicho circuito para obtener un mejor funcionamiento; todo lo mencionado se puede realizar gracias que la Electrónica de Potencia es la parte de la Electrónica encargada del estudio de dispositivos, circuitos, sistemas y procedimientos para el procesamiento, control y conversión de la energía eléctrica, ya que una de sus principales tareas es el rendimiento, ya que esta trabaja con convertidores de muy baja potencia y muy alto rendimiento que acompañaran a las tecnologías emergentes de computación, comunicaciones y procesamiento de la potencia.

En definitiva, la práctica tiene como objetivo aplicar los conceptos teóricos aprendidos en clase en un entorno práctico, y poner en práctica las habilidades respecto a la electrónica necesarias para el diseño y funcionamiento de aparatos. En la educación superior, los proyectos prácticos son una parte fundamental del aprendizaje, ya que permiten a los estudiantes aplicar los conocimientos teóricos a situaciones reales.

Objetivos

Para poder desarrollar correctamente lo estipulado en la práctica, es esencial recordar y entender el manejo de programas especializados en la materia, relacionándolos con tareas específicas de modo que se puedan obtener los resultados esperados.

A continuación, se mencionan los objetivos:

- Hallar los valores correspondientes de la potencia aparente, potencia real o activa, potencia reactiva y el factor de potencia.
- Entender y comprender el uso de software necesario para la creación de circuitos respecto a la materia.

- Utilizar softwares con la finalidad de representar circuitos y poder observar el comportamiento de este.
- Analizar los diferentes circuitos y obtener los valores antes calculados.
- Realizar pruebas y ajustes en los circuitos de tal forma que se entienda el funcionamiento.

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:

- PLECS o MATLAB.

Materiales:

1. Equipo:
 - 1.1 Equipo de cómputo (PC con Windows).

Marco Teórico

Previo a la realización práctica es necesario conocer algunos términos y componentes que se utilizarán en el transcurso.

Así mismo, es necesario mencionar que en esta práctica se puede realizar en distintos softwares, los cuales puede ser PLECS o MATLAB, por decisión unánime del equipo se decidí realizarlo en PLECS; pero es necesario conocer de los dos programas en caso de que en futuras prácticas sea más conveniente mudarse de software debido a las herramientas que nos proporcionen.

Como menciona “PLEXIM”, empresa creadora de “PLECS”, este software se puede aplicar a muchas disciplinas de la ingeniería electrónica de potencia. Concebido con un enfoque de arriba hacia abajo en mente, PLECS facilita el modelado y la simulación de sistemas completos, incluidas fuentes de energía, convertidores de energía y cargas. Entre las diversas funciones que nos brinda, las más reconocidas son la simulación de circuitos, herramientas de análisis, scripts de simulación, codificador y una biblioteca de componentes.



Imagen 1: Logo PLEXIM.

PLECS (Piecewise Linear Electrical Circuit Simulation) fue desarrollada especialmente para electrónica de potencia, pero puede utilizarse para cualquier red eléctrica. PLECS incluye la posibilidad de modelar controles y diferentes dominios físicos (térmico, magnético y mecánico) además del sistema eléctrico.



Imagen 2: Logo PLECS.

Así mismo se puede utilizar MATLAB, pero primero mencionaremos sobre Math Works, esta es una aplicación que se especializa en el desarrollo de software para ingenierías y científicos, con la necesidad de un entorno computacional y productivo en la tecnología de programas. Donde se combinaron las experiencias matemáticas, ingenierías, informática y ciencias para el desarrollo de MATLAB.



Imagen 3: Logo MathWorks.

MatLab es una plataforma de programación que fue creada y programada para matemáticos, ingenieros, informáticos y científicos, estos lo utilizan para analizar y diseñar sistemas y productos. Este es basado en matrices que les permite para la expresión más natural de las matemáticas naturales y computacionales. Donde se puede analizar datos, desarrollo de algoritmos, crear modelos y aplicaciones.



Imagen 4: Logo Matlab.

De igual forma, por parte de MATLAB se puede utilizar Simscape, herramienta que se encuentra adentro de MatLab, la cual nos permite crear modelos de sistemas físicos dentro de un entorno de Simulink. Con Simscape, se puede crear modelos de componentes físicos basados en conexiones físicas que se integran directamente con diagramas de bloques. Es posible modelar sistemas como motores eléctricos, rectificadores de puente, actuadores hidráulicos y sistemas de refrigeración mediante el ensamblaje de los componentes. Los productos complementarios de Simscape proporcionan capacidades de análisis y componentes más complejos.

Esta misma herramienta nos ayuda desarrollar sistemas de control y a probar el rendimiento a nivel de sistema. Al igual crea modelos de componentes personalizados con el lenguaje basado en MATLAB de Simscape. Puede parametrizar sus modelos mediante variables y expresiones de MATLAB. Para desplegar sus modelos en otros entornos de simulación, como sistemas de tipo hardware-in-the-loop (HIL), Simscape se escribe en código C.

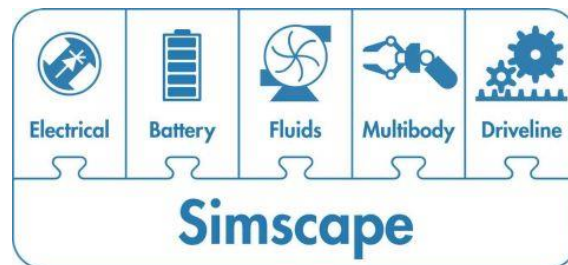


Imagen 5: Simscape.

Teniendo en cuenta lo antes mencionado, se realizará los cálculos, utilizando lo visto en la materia.

DISEÑO DEL EXPERIMENTO

Respecto a los diseños, no se realizó nada exactamente, mas que solo los diseños propuestos y dados por el profesor en el curso, los cuales se deben analizar y simular, los cuales son los siguientes:

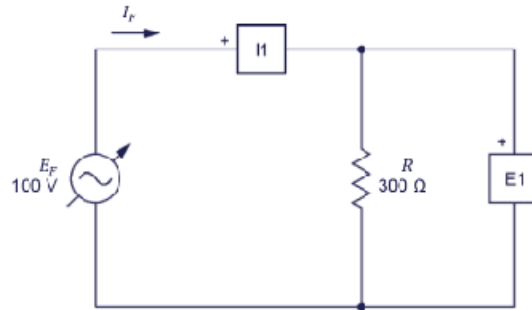


Imagen 6: Circuito Resistivo.

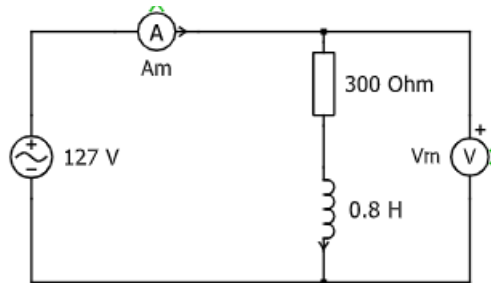


Imagen 7: Circuito R-L.

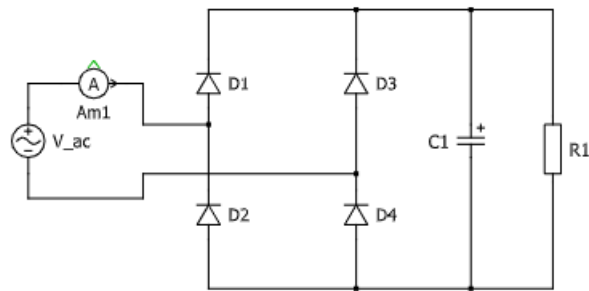


Imagen 8: Rectificador puente completo con carga R/C.

DESARROLLO EXPERIMENTAL

El presente proyecto se enfocó en el diseño y desarrollo de un controlador de motor, el cual fue concebido como un conjunto de metas progresivas, que permitieron el avance y culminación de este. En este sentido, es importante destacar que una vez definidos los objetivos, se procedió a la creación del código final del controlador de motor. Este código se encuentra segmentado en diferentes partes, cada una de ellas debidamente comentada, lo que permite una comprensión clara y detallada del funcionamiento del controlador.

Es necesario mencionar que la segmentación del código final se realizó con el objetivo de garantizar un mejor entendimiento de cada uno de los procesos que intervienen en el funcionamiento del controlador de motor. Además, se hizo uso de comentarios descriptivos

en cada una de las secciones, con el fin de brindar una mayor claridad y transparencia en la comprensión del código.

De esta forma, se logró un diseño riguroso y estructurado, que se ajusta a los estándares establecidos para el desarrollo del presente proyecto, a continuación, se muestra dicho código final:

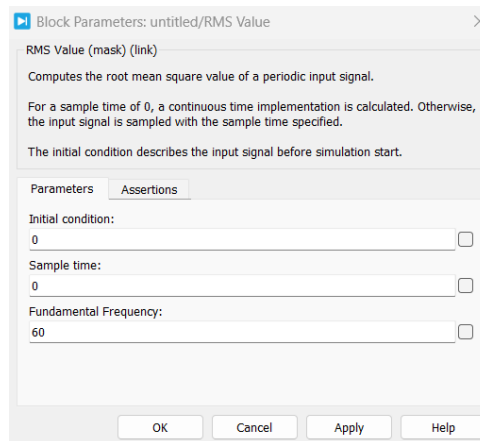


Imagen 9: Valor RMS

Este parámetro se utiliza para darle un valor al RMS con la condición inicial, el tiempo muestra y la frecuencia fundamental. En este caso solo utilizamos una frecuencia fundamental de 60.

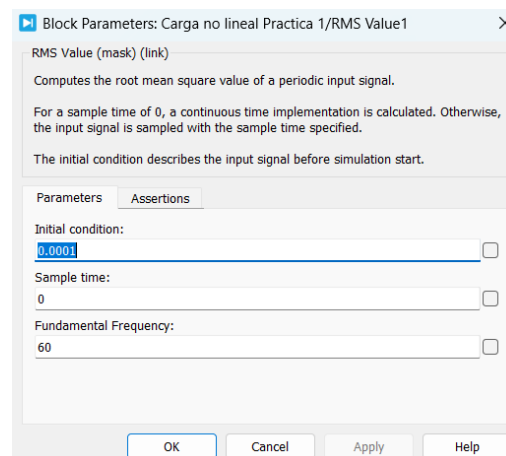


Imagen 10: Valor RMS: Carga no lineal

Para el caso de la carga no lineal utilizamos el valor de 0.0001 como condición inicial para que al momento de sacar la división del factor de potencia no marcara error.

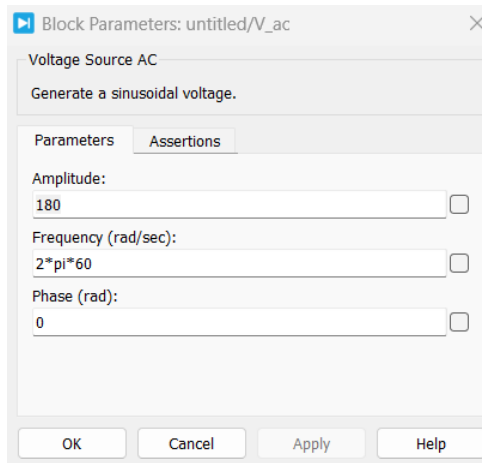


Imagen 11: Voltaje senoidal: Para calcular la potencia se multiplican los dos valores

Para obtener el ángulo se realiza lo siguiente:

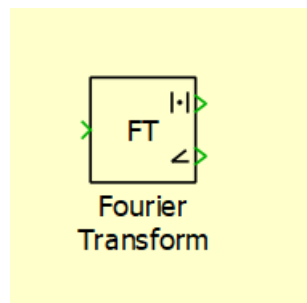


Imagen 12: Bloque de la transformada de Fourier

Las salidas son la magnitud y el ángulo de los armónicos

CONFIGURACIÓN DEL BLOQUE

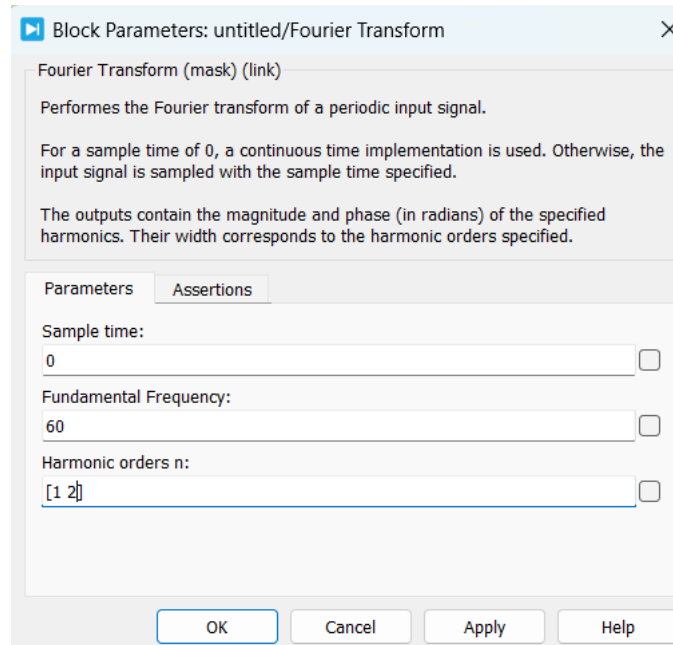


Imagen 13: Parámetros de Fourier

Para el ángulo es fundamental que se le agregue al simulador una suma de 90 grados extra. Gracias a esta suma, se compensan los 90 grados perdidos para que así nos pueda dar el valor exacto. Lo realizamos de la siguiente forma:

Primero hicimos la conversión de radianes a grados($180/\pi$) para que nos pudieran dar los valores más exactos posibles.

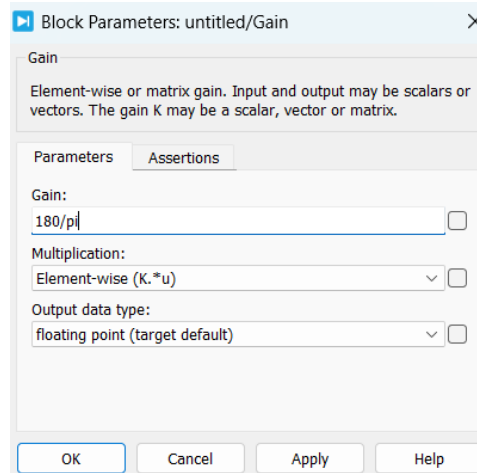


Imagen 14: Parámetros de la ganancia

Posteriormente para saber el valor RMS, se calcula 0.6 (raíz de dos) para obtener el siguiente valor:

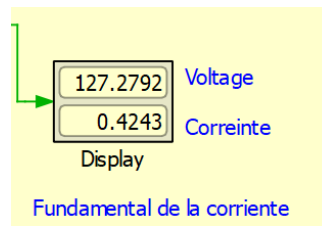
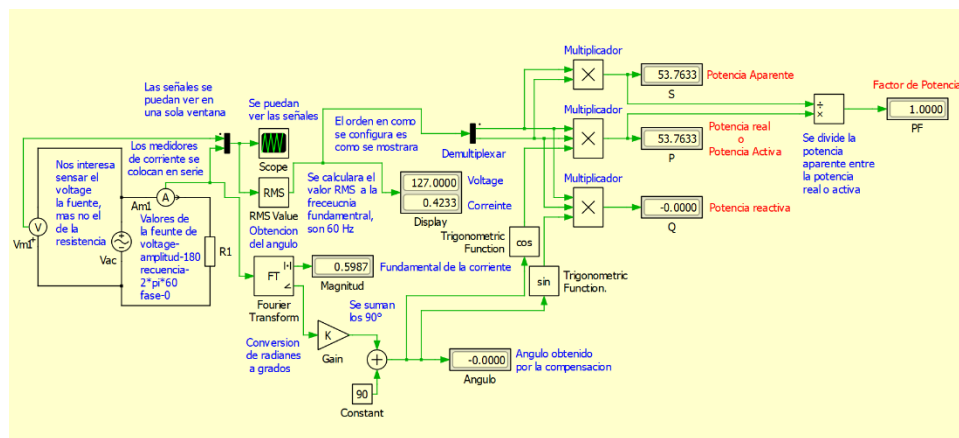
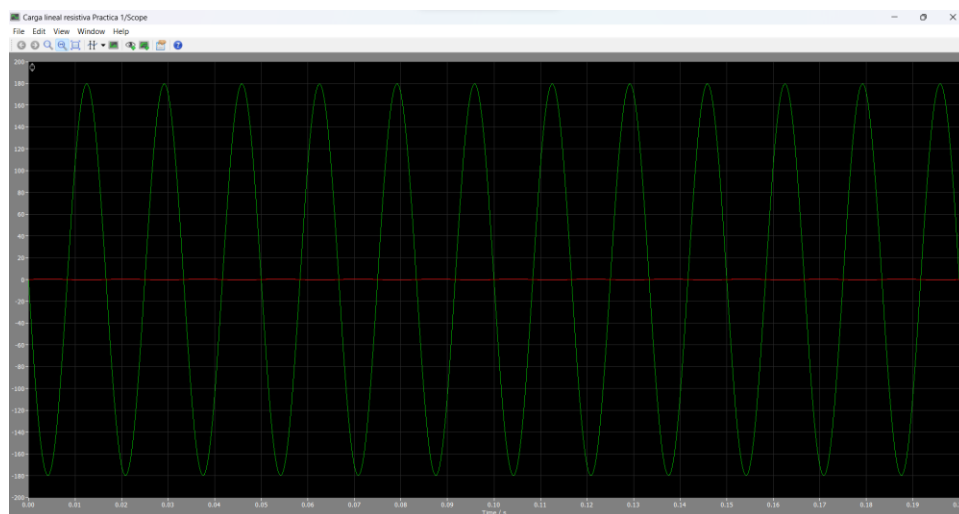


Imagen 15: Display Voltaje/Corriente

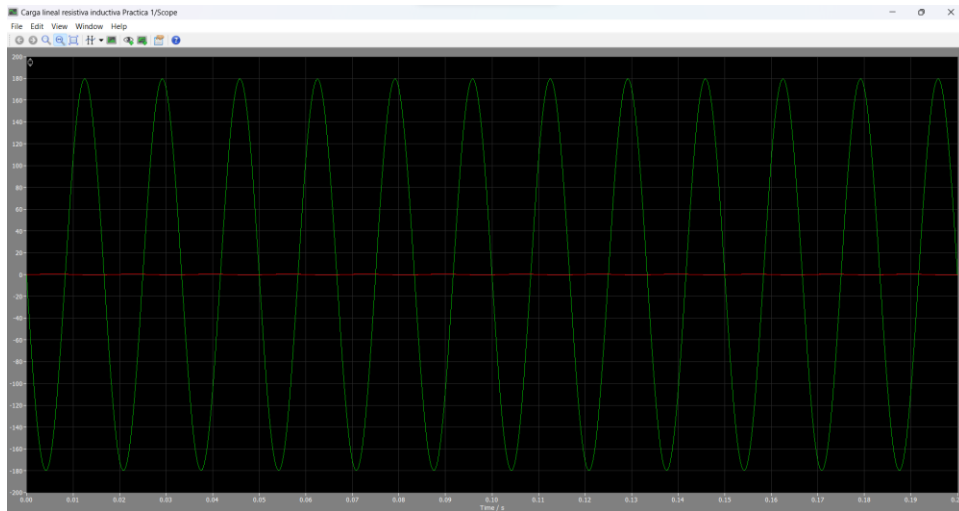
CIRCUITOS Y ESQUEMATICOS



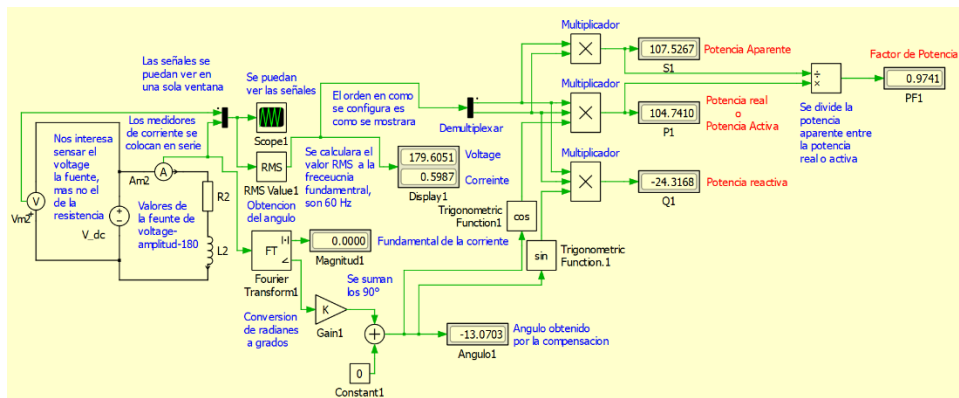
Circuito 1: Carga lineal resistiva



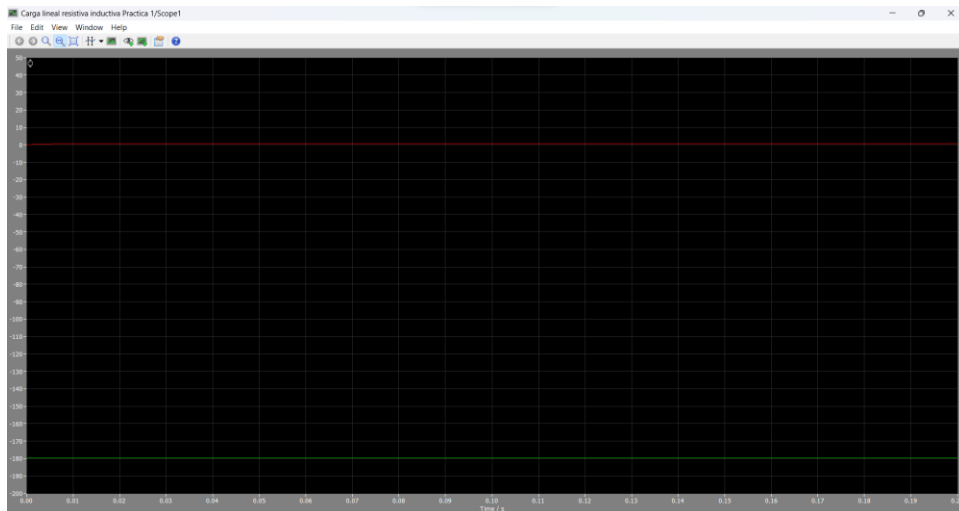
Scope: Circuito 1



Scope: Circuito 3



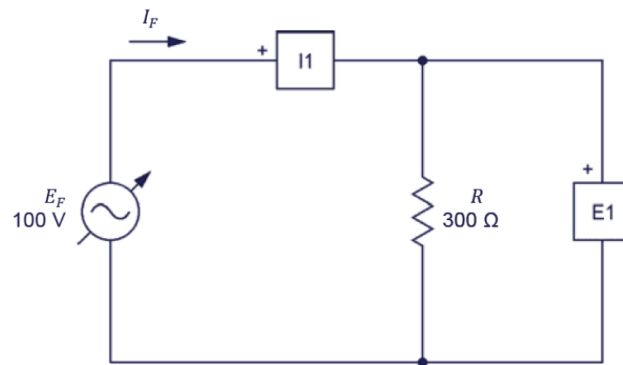
Circuito 4: Carga lineal resistiva inductiva (magnitud1 = 0)



Scope: Circuito 4

COMPARACION TEORICO PRACTICO

- *Circuito: Carga Resistiva*



Cálculos:

$$V_{rms} = 127V$$

$$I_{rms} = \frac{V_{rms}}{R} = \frac{127}{300}$$

$$I_{rms} = 0.423 A$$

$$I_{pk} = \sqrt{2} * 0.423 = 0.598A$$

Active Power

$$P = V_{rms} I_{rms} \cos \theta$$

$$P = (127)(0.423) \cos 0^\circ = 53.72W$$

Reactive Power

$$Q = V_{rms} I_{rms} \sin \theta$$

$$Q = (127)(.423) \sin 0^\circ = 0VAR$$

Aparent Power

$$S = V_{rms} I_{rms}$$

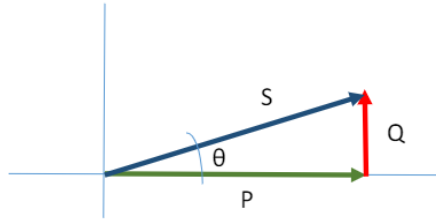
$$S = (127)(.423) = 53.72VA$$

Power Factor

$$PF = \frac{P}{S} = \frac{53.72}{53.72} = 1$$

$$\frac{P}{S} = \cos \theta = PF$$

$$PF = \cos \theta = \cos 0^\circ = 1$$

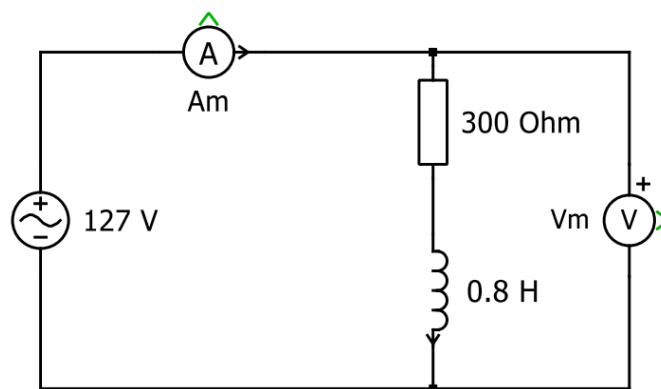


Cuando la carga es resistiva:

$$\theta = 0^\circ$$

$$PF = 1$$

- *Circuito: Carga Resistencia – Inductor*



Cálculos:

Impedancia total

$$Z = R + jX_L$$

$$X_L = \omega L = 2\pi fL$$

$$X_L = 2\pi(60)(.8)$$

$$X_L = 301.594$$

$$|Z| = \sqrt{R^2 + X_L^2}$$

$$|Z| = 425.39$$

$$\angle Z^\circ = \tan^{-1} \left(\frac{X_L}{R} \right)$$

$$\angle Z^\circ = 45.15$$

Ángulo de la impedancia total

Phasor expresión

$$I = \frac{|V|, < 0^\circ}{|Z|, < Z^\circ}$$

$$I = .2985$$

Active Power

$$P = V_{rms} I_{rms} \cos \theta$$

$$P = (127)(0.299) \cos -45.15^\circ = 26.78W$$

Reactive Power

$$Q = V_{rms} I_{rms} \sin \theta$$

$$Q = (127)(.299) \sin -45.15^\circ = 26.92VAR$$

Aparent Power

$$S = V_{rms} I_{rms}$$

$$S = (127)(.299) = 37.97VA$$

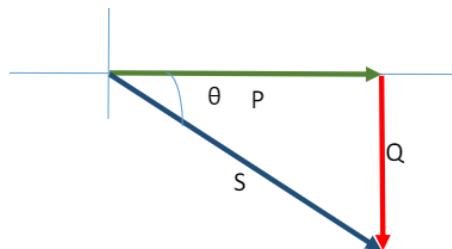
$$S = \sqrt{P^2 + Q^2}$$

Power Factor

$$PF = \frac{P}{S} = \frac{26.78}{37.97} = 0.705$$

$$\frac{P}{S} = \cos \theta = PF$$

$$PF = \cos \theta = \cos 45.15^\circ = 0.7052$$

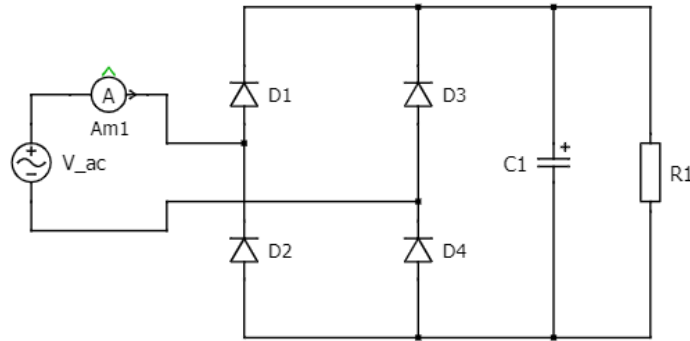


Cuando la carga es RL:

$$\theta = -45.15^\circ$$

$$PF = 0.7$$

- **Circuito: Rectificador puente completo con carga R//C.**



$$V_{1rms} = V_{rms} = 127V$$

$$I_{1rms} = \frac{1}{\sqrt{2}(3.3302)} = 2.355A$$

$$I_{rms} = 4.37A$$

$$P = V_{1rms} I_{rms} \cos \theta_1$$

$$P = 127.28 (2.355) \cos 17.97 = 285.1W$$

$$Q = V_{1rms} I_{1rms} \sin \theta_1$$

$$Q = 127.28 (2.355) \sin (17.97) = 92.47VAR$$

$$S = V_{rms} I_{rms} = 127.28(4.37) = 556.21VA$$

$$FP = \frac{P}{S} = \frac{V_{rms} I_{rms} \cos \theta_1}{V_{rms} I_{rms}} = \frac{I_{1rms} \cos \theta_1}{I_{rms}}$$

$$FP = \frac{P}{S} = \frac{285.1}{556.21} = 0.512$$

$$THD_1 = \{(I_{rms}/I_{1rms})^2 - 1\}^{\frac{1}{2}} \times 100\%$$

$$THD_1 = \left\{ \left(\frac{4.37}{2.355} \right)^2 - 1 \right\}^{\frac{1}{2}} \times 100\% = 1.563 \times 100\% = 156.3\%$$

$$S = \sqrt{P^2 + Q^2}$$

$$D = \sqrt{S^2 - P^2 - Q^2}$$

$$D = \sqrt{556.21^2 - 285.1^2 - 92.47^2} = 468.18VA$$

Para el voltaje a utilizar se realizaron los cálculos correspondientes, lo cual se obtuvo lo siguiente:

$$V_{ef} = \left\{ \frac{1}{T} \int_0^T V_P^2 \sin^2(\omega t) d(\omega t) \right\}^{1/2}$$

$$V_{ef} = \frac{1}{\sqrt{2}} V_P$$

$$V_P = \sqrt{2} V_{ef} = \sqrt{2} (127) = 179.6 \approx 180 \text{ V}$$

Donde se utilizó este resultado para las simulaciones; cabe mencionar que no se redondeó para poder observar las variaciones y similitudes existentes.

179.6051224

Fuente de CA		Carga Resistiva		Carga Resistencia - Inductor	
Señal Eléctrica		Ideal / Teórica	Real / Simulación	Ideal / Teórica	Real / Simulación
Voltaje (V)	RMS	127V	127V	127V	127V
Corriente (A)	RMS	0.423A	0.4233A	0.299A	0.2985A
Impedancia	Ω / ángulo (°)	0°	0°	45.15°	-45.1517°
Potencia Activa (W)	Promedio	53.72 W	53.7633 W	26.78 W	26.7393 W
Potencia Reactiva (VAR)	Promedio	0	0	-26.92	-26.8812
Potencia Aparente (VA)	Promedio	53.72	53.7633	37.97	37.9155
Factor de Potencia		1	1	0.705	0.7052

Tabla 1.1

Utilizamos una resistencia de 0.12 debido a que la pusimos en serie, ya que al conectar directamente un capacitor al voltaje solo se pasaría el voltaje entre el capacitor y la parte que lo suministra

Fuente de CA	Carga No lineal: rectificador con carga R // C
--------------	--

Señal Eléctrica		Ideal / Teórica	Real / Simulación
Voltaje (V)	RMS	127 V	127V
Corriente (A)	RMS	2.355A	4.3728A
FFT I1 (Arm. Fund)	Valores (A) pico, rms y ángulo (°)	3.4	3.3262
Potencia Activa (W)	Promedio	285.1	284.4698
Potencia Reactiva (VAR)	Promedio	92.47	91.1025
Potencia Aparente (VA)	Promedio	556.21	555.3399
Potencia de Deformación (VA)	Promedio	468.18	468.1663
Factor de Potencia		0.512	0.5122
THD_Ica	%	156.3%	156.74%

TABLA 1.2

CONCLUSIONES

Se puede concluir que los valores obtenidos de la simulación real son correctos ya que tienen un pequeño margen de error comparados con los valores ideales teóricos. Esto se debe a que utilizamos un valor no muy lejano del original, decidimos hacerlo de esta manera para poder observar las variaciones que pudiésemos encontrar, sin embargo, no se encontró alguna variación de gran magnitud. Fue un tanto laborioso hacer uso del software PLECES ya que aún no conocemos y no nos hemos familiarizados del todo con las herramientas que dispone el software.

BIBLIOGRAFÍA

- PLECS | Plexim. (n.d.). <https://www.plexim.com/products/plecs>

- Grainger, J. J., & Stevenson, W. D. (2018). Análisis de sistemas de energía eléctrica (7.^a ed.). México: McGraw-Hill
- Tok.Wiki. (n.d.). PLECS. *hmong.es*. <https://hmong.es/wiki/PLECS>
- Cheng, P. Y., & Chen, S. Y. (2020). Power Factor Measurement and Control Strategy for Grid-Connected Photovoltaic Systems. *Energies*, 13(13), 3270.
<https://doi.org/10.3390/en13133270>