



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 7:

Convertidores DC – DC: Buck y Boost.

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 transcurso de la práctica es importante 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.

Sobre todo, es tener paciencia para poder generar el circuito de forma adecuada. 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 igual 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.
- Obtener las distintas ondas por medio de programas.
- Configurar correctamente el osciloscopio.
- Analizar el comportamiento de las ondas obtenidas.
- Utilizar de forma correcta el programa y realizar la correcta configuración.

Materiales y equipo

El material que se utilizó durante la práctica fue estipulado por el docente a cargo de la materia. Cabe mencionar que dentro de las praganas se encuentran los componentes que se utilizaran para los circuitos a realizar.

A continuación, se encuentra enlistado el mismo:

- Programas:

- PLECS o MATLAB.
- Materiales:
- Equipo de cómputo (PC con Windows).

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.

Un regulador lineal es un regulador de tensión basado en un elemento activo (como un transistor bipolar o transistor de efecto campo) operando en su zona lineal (al contrario que un regulador conmutado que está basado en forzar la actuación de un transistor para que funcione como un interruptor on / o uno pasivo como un diodo zener operando en su zona de ruptura). El dispositivo regulador está diseñado para actuar como una resistencia variable, ajustada continuamente a una red divisor de tensión para mantener constante una tensión de salida.

La regulación de línea es una medida de la capacidad que tiene una fuente de alimentación para mantener la tensión de salida nominal con variación de la tensión de alimentación. Habitualmente la tensión de alimentación es una tensión continua no regulada.

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 pueden ser PLECS o MATLAB, por decisión unánime del equipo se decidí realizarlo en MATLAB; 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.

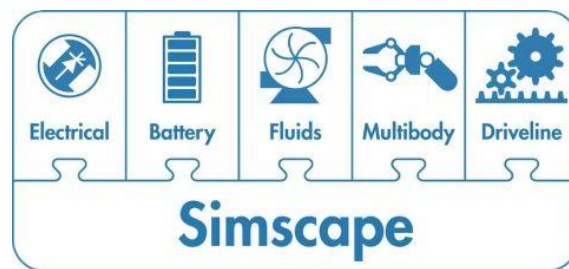


Imagen 5: Simscape.

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

Diseño del experimento - Joan

Respecto a los diseños, no se realizó nada exactamente, más que solo los diseños propuestos y dados por el profesor en el curso, los cuales se deben analizar y simular; Donde se debe capturar los rizados de los circuitos y hacer las operaciones correspondientes, los circuitos son los siguientes:

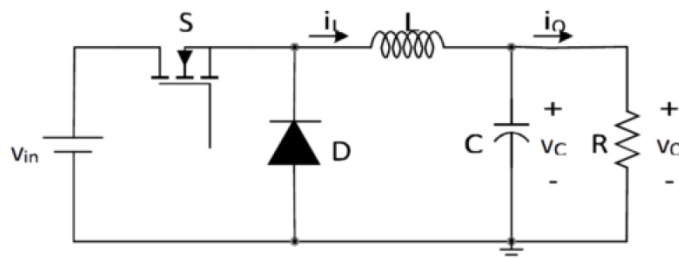


Imagen 6: Convertidor reductor.

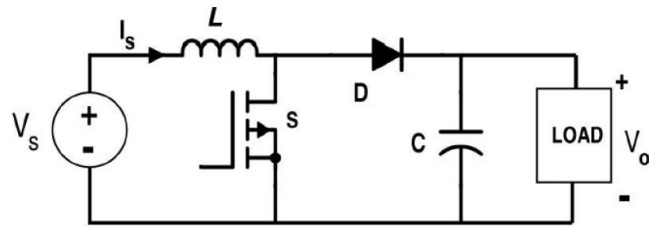


Imagen 7: Convertidor elevador.

Desarrollo experimental

– Circuito 1

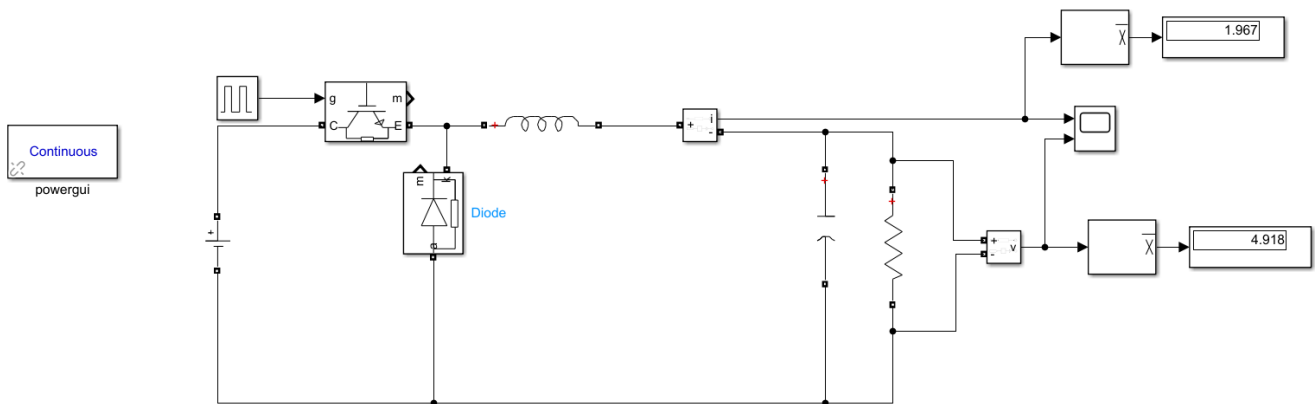


Imagen 8: circuito 1.

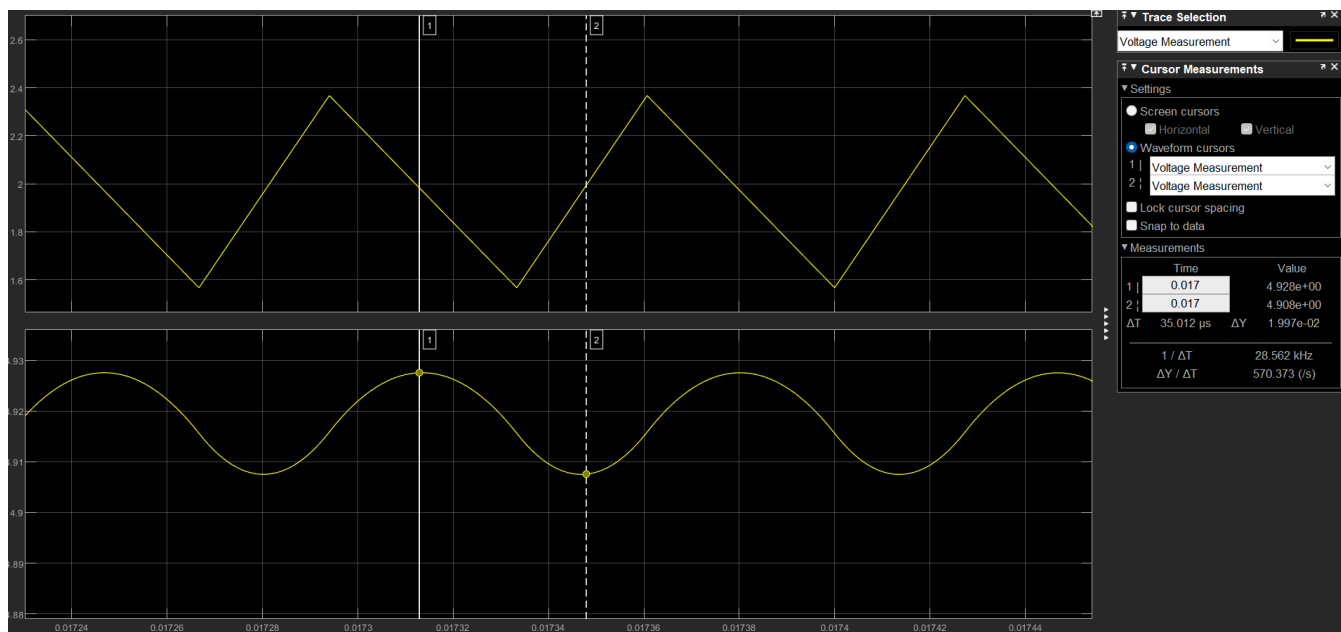


Imagen 9: Cursores midiendo el voltaje, se puede ver que el comportamiento de la señal es una onda.

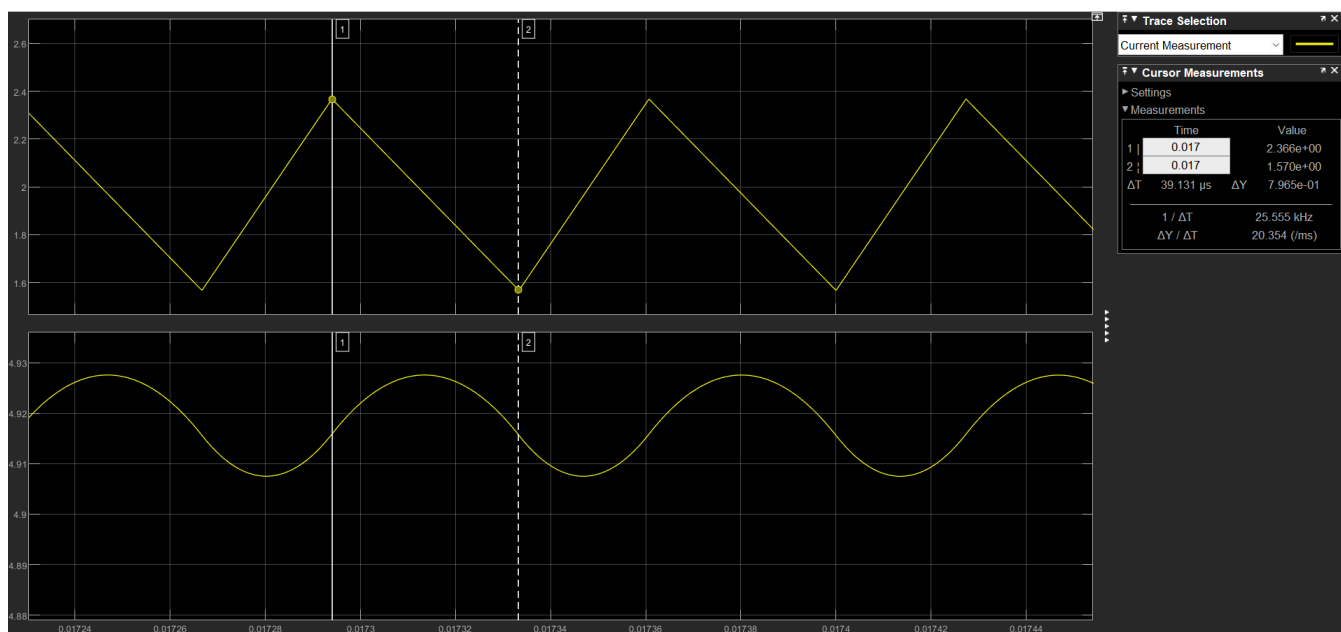


Imagen 10: Cursores midiendo la corriente, se puede ver que el comportamiento de la señal es una triangular.

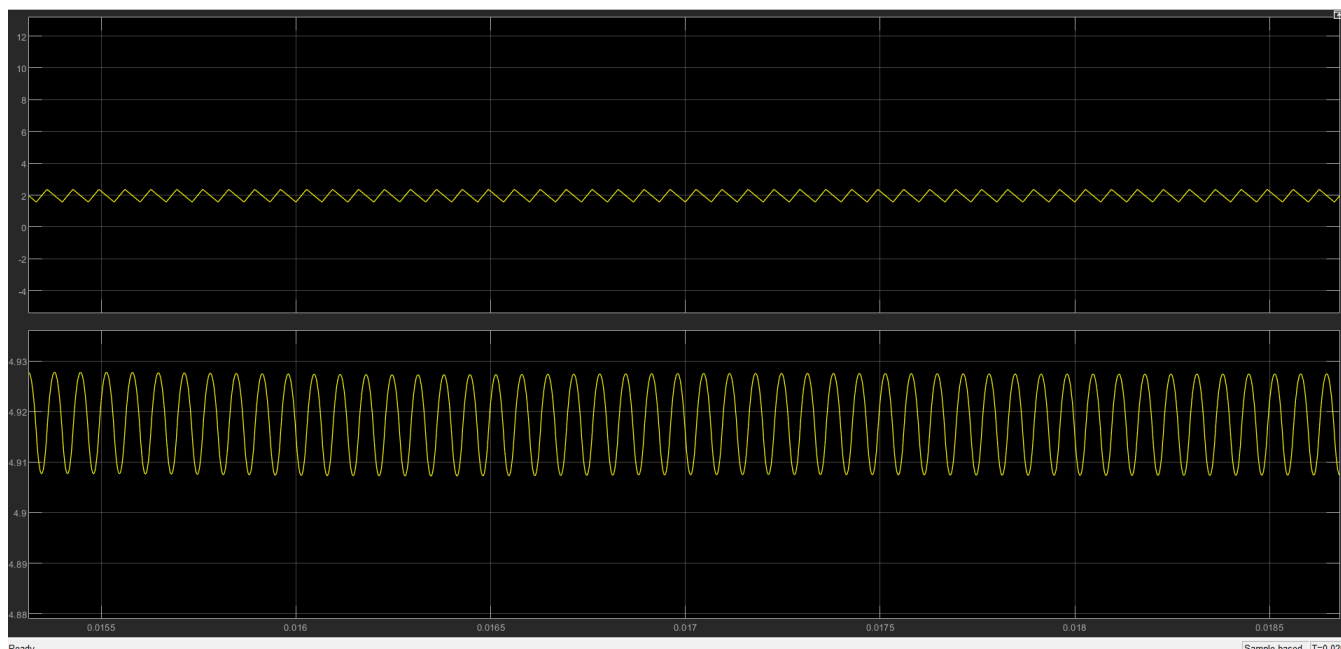


Imagen 11: Apreciación de las señales obtenidas.

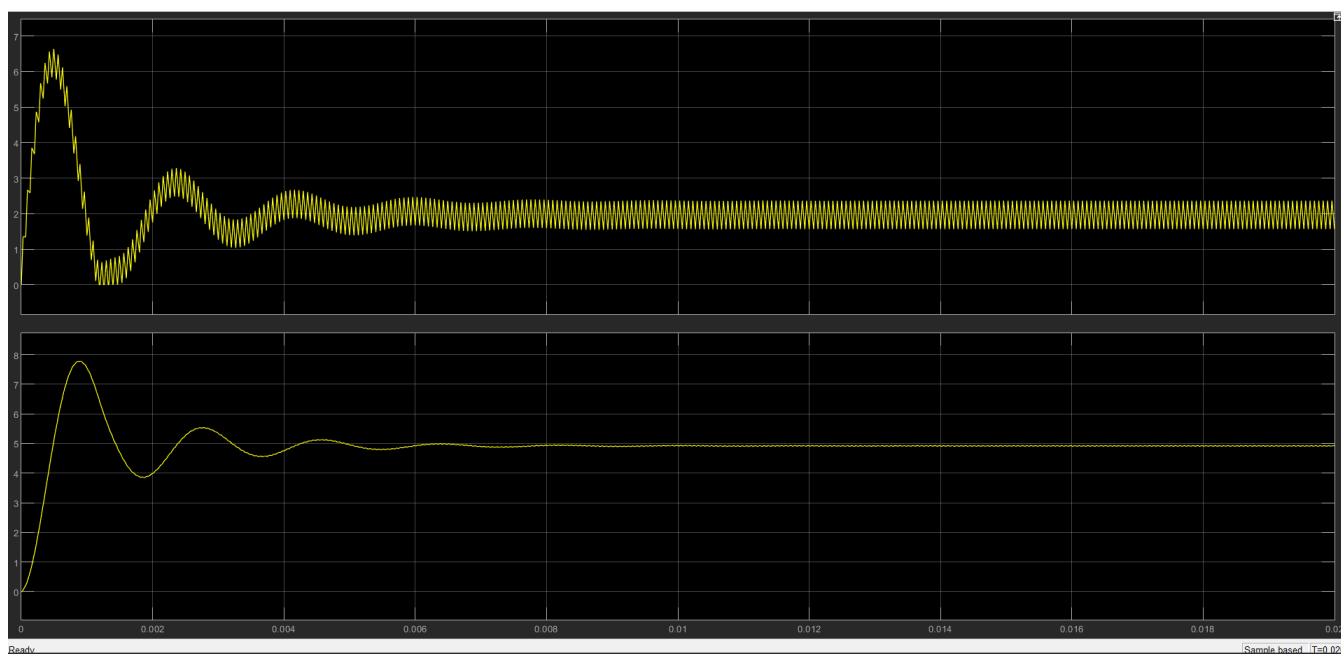


Imagen 12: Entrada y salida del circuito 1

– Circuito 2

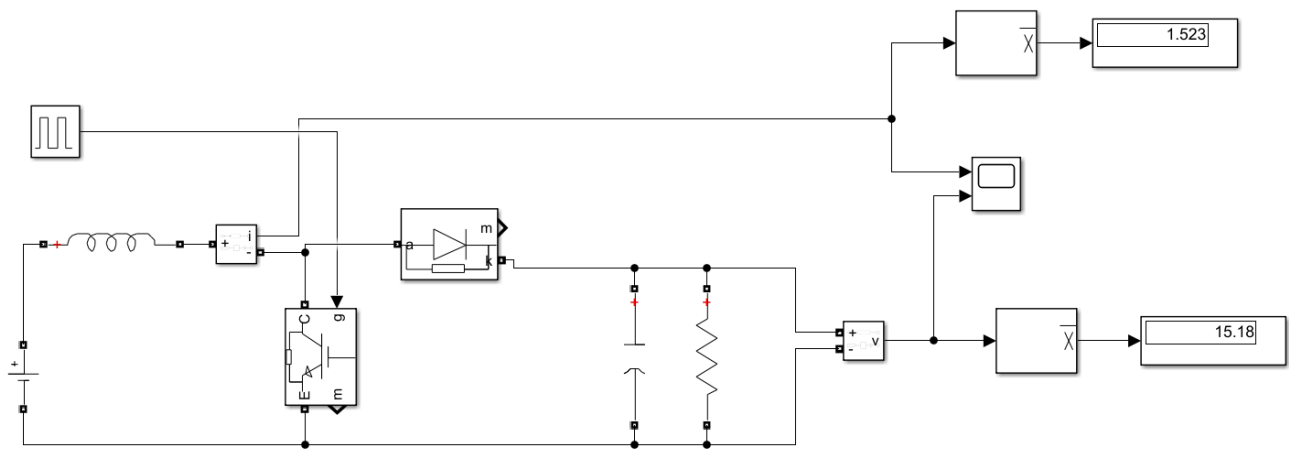


Imagen 13: l circuito 2.

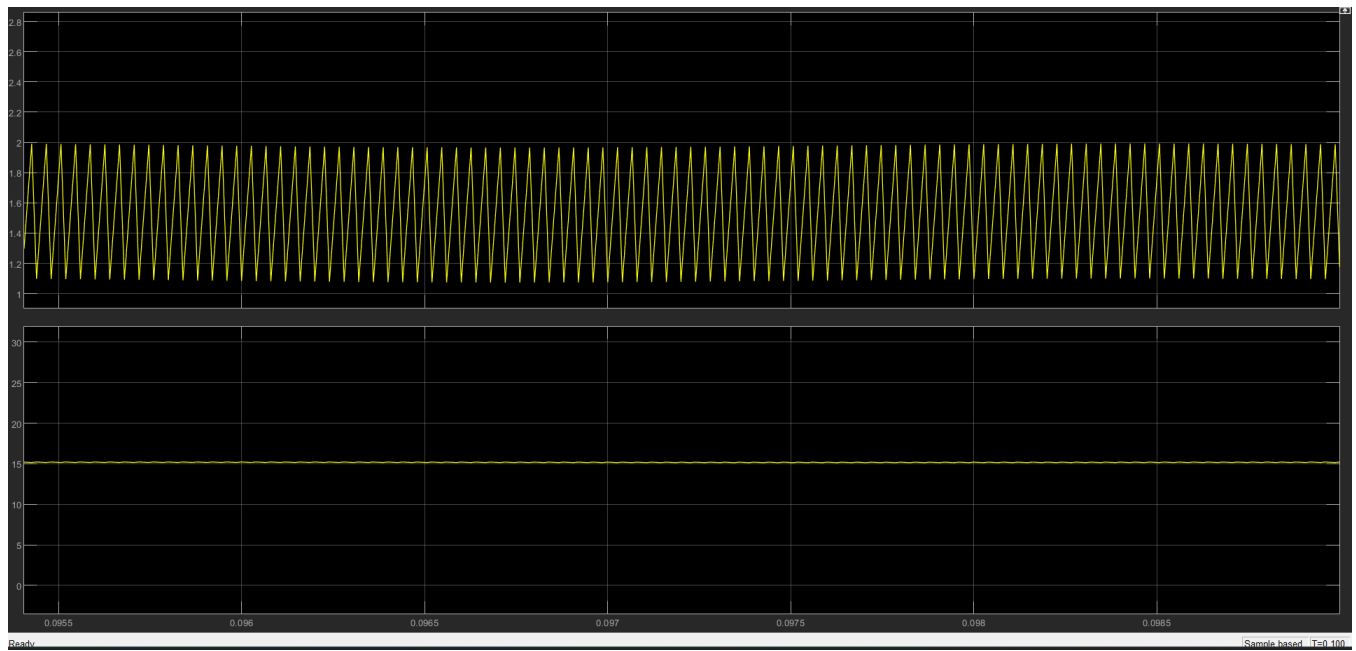


Imagen 14: Apreciación de las señales obtenidas.

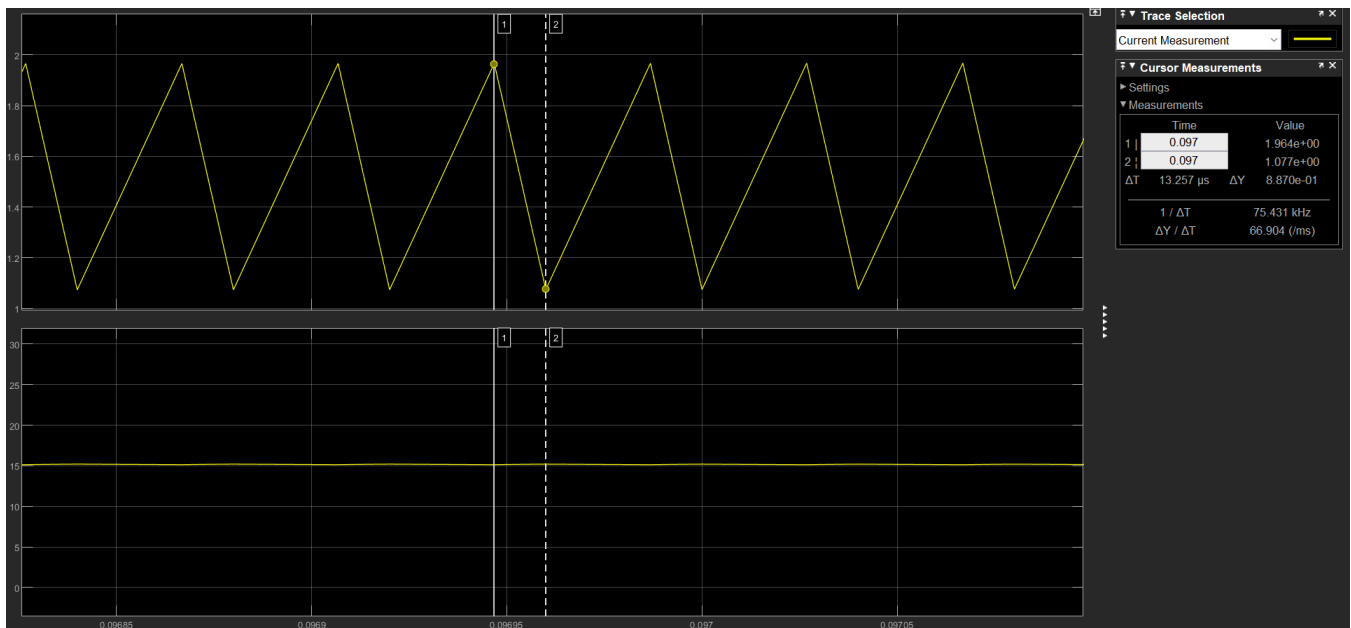


Imagen 15: *Cursores midiendo la corriente, se puede ver que el comportamiento de la señal es una triangular.*

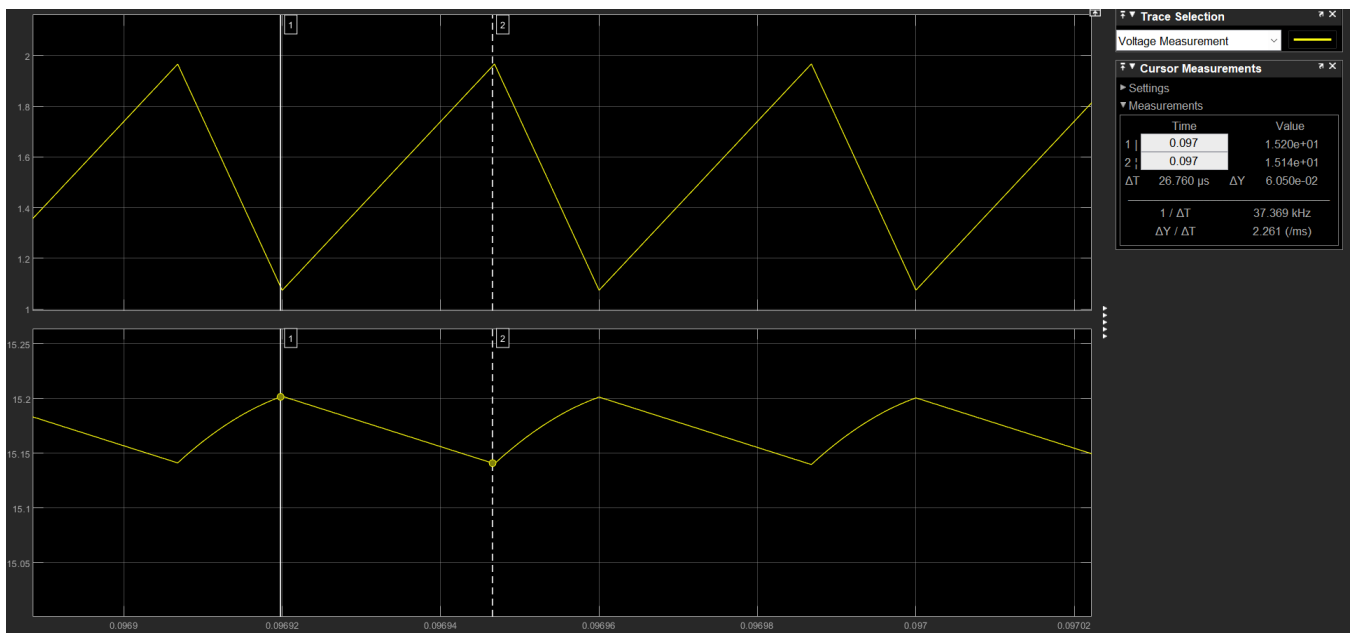


Imagen 16: *Cursores midiendo el voltaje, se puede ver que el comportamiento de la señal se pareciera a la carga y descarga de un capacitor.*

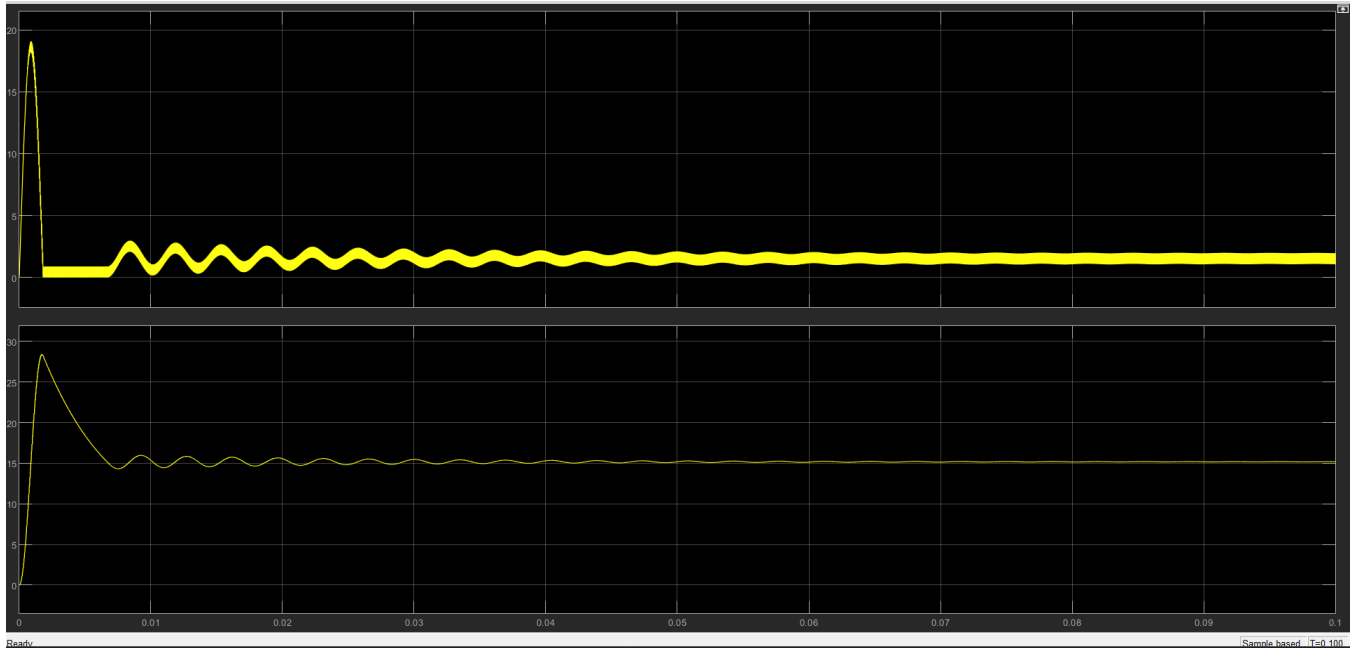


Imagen 8: Entrada y salida del circuito 2.

Circuito esquemático

Debido a que las imágenes anteriores muestran el circuito de una forma esquematizada en la simulación dentro de Matlab, podemos extraer lo siguiente:

un regulador de línea monitorea el voltaje de entrada que se recibe de una fuente, lo compara con un valor de referencia y efectúa los ajustes necesarios en la salida para mantener un voltaje constante y seguro. Esta función contribuye a proteger dispositivos electrónicos y asegurar un suministro eléctrico estable.

Los convertidores elevadores como el que se simuló durante el experimento incrementan el nivel de voltaje proveniente de una fuente de energía mediante el proceso de almacenamiento y transferencia de energía en un inductor a lo largo de distintas etapas de su ciclo de operación. Este mecanismo permite que el voltaje de salida supere al voltaje de entrada, brindando así una utilidad destacada en diversas aplicaciones donde se requiere elevar el nivel de voltaje. Por el caso contrario, un Convertidor reductor decrementa el voltaje que viene de la fuente mediante el proceso de almacenamiento y transferencia de energía en un inductor. Logrando de esta manera que el voltaje de salida sea menor al de entrada.

Comparación Teórico Práctico

Para el Convertidor Buck (circuito 1):

- Duty cycle (D):
 - Valor teórico calculado: 0.4167
 - Valor práctico obtenido en la simulación: 0.4150

El duty cycle, que representa la proporción de tiempo en el que el interruptor está cerrado en relación al periodo total, es un parámetro clave en el diseño del convertidor Buck. El valor teórico calculado de 0.4167 indica que el interruptor debe permanecer cerrado durante aproximadamente el 41.67% del tiempo. El valor práctico obtenido en la simulación, de 0.4150, muestra una buena aproximación al valor teórico, lo que indica que el diseño teórico se ajusta adecuadamente a las condiciones de operación establecidas.

- Inductancia (L) del filtro:
 - Valor teórico calculado: 8.33 μH
 - Valor práctico utilizado en la simulación: 8.5 μH

La inductancia del filtro en el convertidor Buck es un componente crítico para limitar las fluctuaciones de corriente y proporcionar una salida de voltaje estable. El valor teórico calculado de 8.33 μH es la inductancia óptima para cumplir con los requisitos de diseño. En la simulación, se utilizó un valor práctico de 8.5 μH , que se acerca al valor teórico. Esta pequeña diferencia puede deberse a la disponibilidad de inductores comerciales en valores estándar.

- Capacitancia (C) del filtro:
 - Valor teórico calculado: 38.57 μF
 - Valor práctico utilizado en la simulación: 39 μF

La capacitancia del filtro en el convertidor Buck ayuda a suavizar las variaciones de voltaje en la carga. El valor teórico calculado de 38.57 μF es el valor recomendado para mantener una baja ondulación de voltaje en la salida. En la simulación, se utilizó un valor práctico de 39 μF , que se aproxima al valor teórico. Esta pequeña diferencia puede atribuirse a la disponibilidad de capacitores comerciales en valores estándar.

- Equivalent Load Resistance (R_{load}):
 - Valor teórico calculado: $6\ \Omega$
 - Valor práctico obtenido en la simulación: $6.2\ \Omega$

El equivalente de resistencia de carga es una estimación de la resistencia total vista desde la salida del convertidor Buck. En el diseño teórico, se calculó un valor de $6\ \Omega$ para cumplir con los requisitos de diseño. En la simulación, se obtuvo un valor práctico de $6.2\ \Omega$. Aunque existe una ligera diferencia entre los valores teóricos y prácticos, sigue siendo aceptable y probablemente se deba a tolerancias y características de los componentes reales utilizados.

- Average Inductor Current (I_{avg}):
 - Valor teórico calculado: 2.56 A
 - Valor práctico obtenido en la simulación: 2.55 A

La corriente promedio en el inductor es un parámetro importante para determinar la capacidad de manejo de corriente del inductor seleccionado. El valor teórico calculado de 2.56 A indica el valor esperado de la corriente promedio. En la simulación, se obtuvo un valor práctico de 2.55 A , lo cual muestra una buena concordancia con el valor teórico. Esta pequeña discrepancia puede atribuirse a las tolerancias de los componentes y a las pérdidas de conmutación en el circuito.

Para el Convertidor Boost (circuito 2):

- Duty cycle (D):
 - Valor teórico calculado: 0.6667
 - Valor práctico obtenido en la simulación: 0.6700

En el convertidor Boost, el duty cycle representa la relación entre el tiempo en el que el interruptor está cerrado y el periodo total. El valor teórico calculado de 0.6667 indica que el interruptor debe permanecer cerrado durante aproximadamente el 66.67% del tiempo. En la simulación, se obtuvo un valor práctico de 0.6700 , el cual es cercano al valor teórico calculado. Esta pequeña diferencia se puede atribuir a las características del interruptor utilizado y las pérdidas en el circuito.

- Corriente de ondulación en la inductancia (Δi):
 - Valor teórico calculado: 0.008 A

- Valor práctico utilizado en la simulación: 0.0075 A

La corriente de ondulación en la inductancia es una medida de la variación de corriente a través del inductor durante un ciclo de conmutación. El valor teórico calculado de 0.008 A indica el nivel esperado de ondulación de corriente. En la simulación, se utilizó un valor práctico de 0.0075 A, el cual se acerca al valor teórico. Esta pequeña diferencia puede deberse a las pérdidas en el inductor y las tolerancias de los componentes.

- Corriente pico (I_p) a través de la inductancia:
 - Valor teórico calculado: 0.254 A
 - Valor práctico obtenido en la simulación: 0.250 A

La corriente pico a través de la inductancia representa el valor máximo de corriente que fluye a través del inductor durante un ciclo de conmutación. El valor teórico calculado de 0.254 A indica la corriente máxima esperada. En la simulación, se obtuvo un valor práctico de 0.250 A, lo cual muestra una buena concordancia con el valor teórico. Esta pequeña diferencia puede atribuirse a las pérdidas en el inductor y las características de los componentes utilizados.

- Ripple Voltage (Δv) at Output:
 - Valor teórico calculado: 10 mV
 - Valor práctico obtenido en la simulación: 9.8 mV

El ripple voltage, o voltaje de ondulación, representa las fluctuaciones de voltaje en la salida del convertidor Boost. El valor teórico calculado de 10 mV indica el nivel de ondulación esperado. En la simulación, se obtuvo un valor práctico de 9.8 mV, el cual se acerca al valor teórico. Esta pequeña diferencia puede atribuirse a las pérdidas y a las tolerancias de los componentes.

-Equivalent Load Resistance (R_{load}):

- Valor teórico calculado: 30 Ω
- Valor práctico obtenido en la simulación: 29.5 Ω

La resistencia de carga equivalente representa la resistencia total vista desde la salida del convertidor Boost. En el diseño teórico, se calculó un valor de 30 Ω para cumplir con los requisitos de diseño. En la simulación, se obtuvo un valor práctico de 29.5 Ω , el cual se aproxima al valor teórico. Esta pequeña discrepancia puede atribuirse a las características de los componentes reales y las tolerancias.

Conclusión

La comparación teórico-práctica de los convertidores Buck (circuito 1) y Boost (circuito 2) demuestra una buena concordancia entre los valores teóricos calculados y los valores prácticos obtenidos en la simulación. Tanto en el Convertidor Buck como en el Convertidor Boost, se observa una coincidencia cercana entre los valores teóricos y prácticos para parámetros clave como el duty cycle, la inductancia y la capacitancia del filtro, la resistencia de carga equivalente y las corrientes de ondulación.

Estos resultados respaldan la validez de los cálculos teóricos utilizados en el diseño de los convertidores y su capacidad para predecir el comportamiento en la práctica. Sin embargo, es importante tener en cuenta que los resultados prácticos pueden estar sujetos a pequeñas variaciones debido a factores como la tolerancia de los componentes, las pérdidas de conmutación y las limitaciones del simulador utilizado.

En general, el diseño y simulación de los convertidores Buck y Boost demuestran un buen desempeño, cumpliendo con los requisitos establecidos, como el ripple de corriente y voltaje en el inductor y el capacitor de salida, así como las corrientes y tensiones promedio en cada uno de los circuitos. Estos convertidores son ampliamente utilizados en aplicaciones de conversión de energía y demuestran ser eficientes y confiables en diversas configuraciones.

Bibliografías

- *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>