

INVERSOR SEMIPUENTE MONOFÁSICO

Herrera Alejandro, Hernández Oscar
{u180, u1803056}@unimilitar.edu.co
Profesor: Niño Luis

Resumen—En esta práctica vamos a realizar el diseño e implementación de un convertidor DC a AC monofásico de medio puente que nos va a permitir realizar la transformación de la entrada de corriente continua y obtener respectivamente una salida de transformación de corriente alterna.

Palabras clave— Arduino, medio puente, diodos, Convertidor (DC-AC), .

I. INTRODUCCIÓN

En el desarrollo se tiene que realizar un convertidor dc-ac para una carga monofásica con un motor de 3 HP, bajo el cual se debe realizar un análisis respectivo de armónicos como asimismo rendimiento y factor de potencia. Ya con desarrollos anteriores tenemos la analogía de trabajo y evidenciamos la implementación del driver IR2110/12 que nos van a permitir el manejo específico de los requerimientos solicitados.

- Mosfet

¿Qué es?

Un diodo es un dispositivo semiconductor que actúa esencialmente como un interruptor unidireccional para la corriente. Permite que la corriente fluya en una dirección, pero no permite a la corriente fluir en la dirección opuesta. En conjunto con prácticas anteriores se tiene un fortalecimiento adecuado respecto a su correcto funcionamiento.

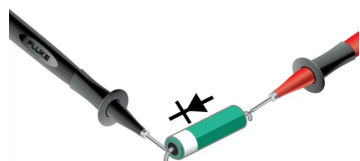


Figura 1. Visualización Dispositivo Diodo

¿Una particularidad de funcionamiento?

se conocen como rectificadores porque cambian corriente alterna (CA) a corriente continua (CC) pulsante. Los diodos se clasifican según su tipo, voltaje y capacidad de corriente.

- Convertidor (DC-AC)

Conversores elevadores de corriente Continua a corriente Alterna, o también llamados onduladores, son dispositivos electrónicos de alto rendimiento en la transformación y posterior elevación de la corriente, convirtiendo una señal DC y 12 o 24 voltios de alimentación en otra convenientemente transformada de 220 VAC y 50 Hz..

Dispositivos muy versátiles y útiles para instalaciones outdoor, de casas de campo, energía solar o eólica, e indispensables en automóviles, camiones, caravanas y autocaravanas, para poder estar siempre conectado a la red eléctrica convencional

II.. DESARROLLO

Partiendo de la utilización del driver IR2112 como controlador de los mosfet que controlan el sistema, tenemos la topología para su respectivo switcheo.

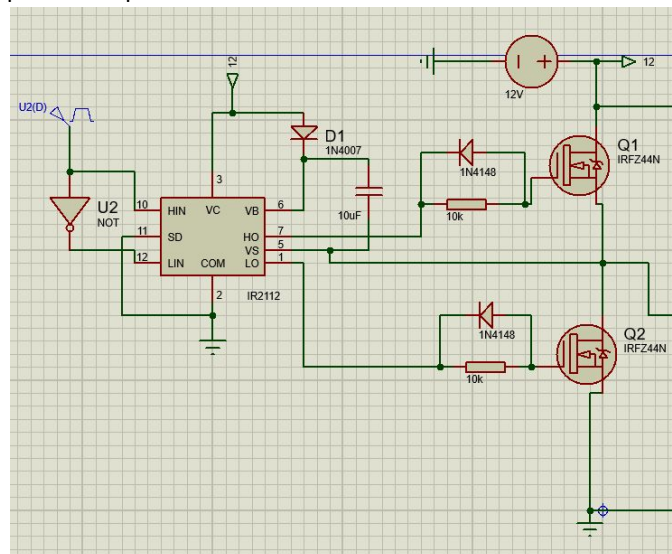


Figura 2. Circuito implementado

posterior a esto utilizamos sistema push-pull con un transformador de tap central para su bobinado primario. dando como resultado que la alimentación de la carga es una señal AC.

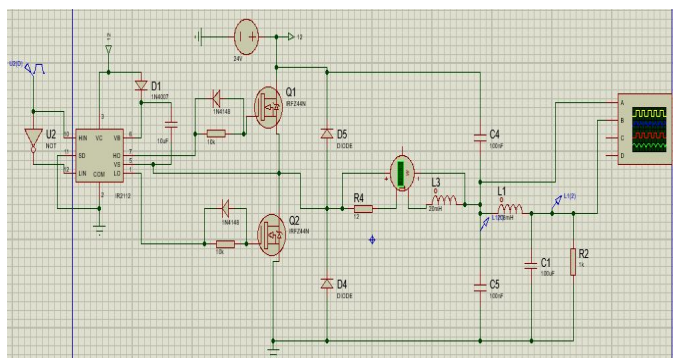


Figura 3. Circuito implementado

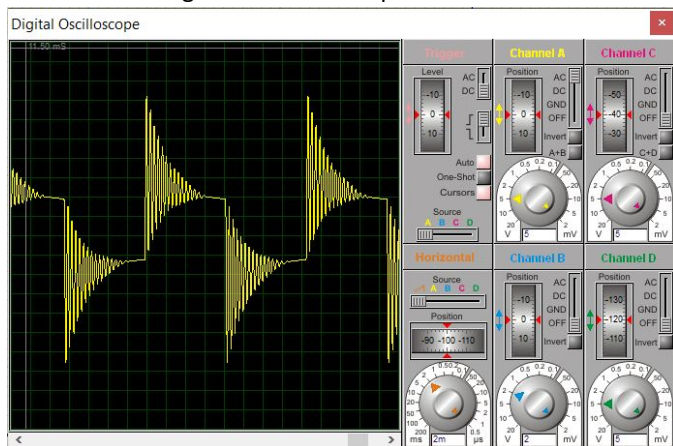


Figura 4. salida del circuito

- ARMÓNICOS

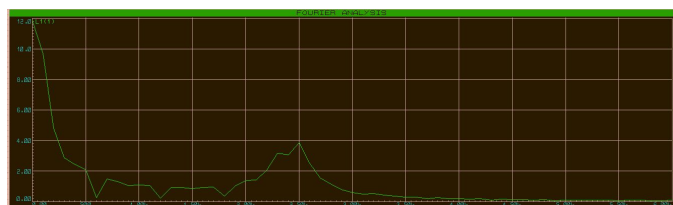


Figura 5. Armónicos en la carga sin filtrar

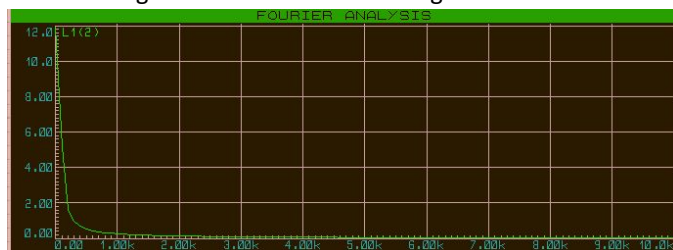


Figura 6. Armónicos en la carga filtrado por un pasa bajas.

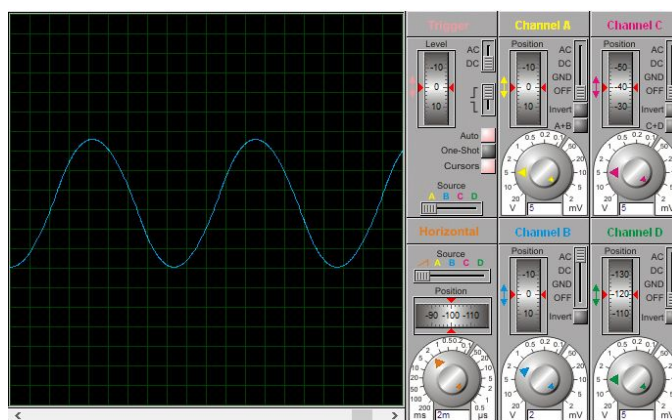


Figura 7. salida del circuito

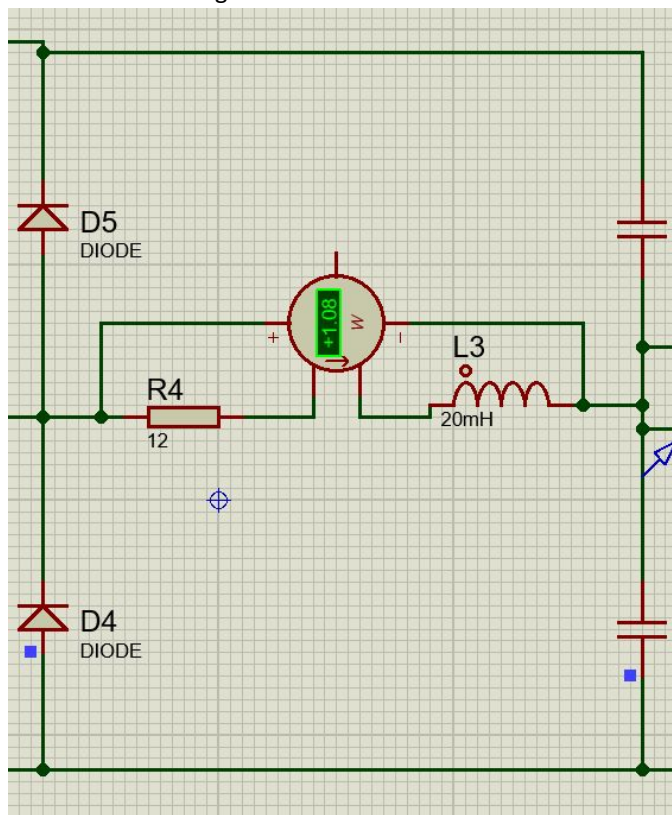


Figura 8. Potencia en el circuito.

- Disipador

Es importante determinar dentro de nuestro circuito si se requiere un disipador, con lo cual con los siguientes pasos podremos determinar no solo si se requiere, sino también poder escoger uno en específico para nuestro desarrollo.

1. Nuestro dispositivo semiconductor seleccionado

Mosfet de potencia IRFZ44

Teniendo la referencia del mosfet posteriormente, debemos identificar algunos parámetros específicos dados por el fabricante para realizar los cálculos respectivos.

2. Revisamos ficha de fabricante de nuestro dispositivo tenemos:

Utilizamos los parámetros dados en el datasheet como

- ❑ $T_j: 175^{\circ}\text{C}$ (límite)
- ❑ $R_{\theta JA}: 72^{\circ}\text{C/W}$
- ❑ $P = 10\text{ (W)}$
- ❑ $T_a = 20^{\circ}\text{C}$
- ❑ $R_{\theta JC} = 2.0^{\circ}\text{C/W}$



Figura 7. Disipador seleccionado

$$T_j = P \cdot R_{\theta JA} + T_a \quad \text{Ecuación (1)}$$

Luego realizamos reemplazo en la ecuación 1, con lo cual tenemos lo siguiente:

$$T_j = 10(\text{W}) \cdot 75(^{\circ}\text{C/W}) + 20(^{\circ}\text{C})$$

$$T_j = 770^{\circ}\text{C}$$

Se requiere disipador con lo cual adoptamos un disipador para las condiciones que tenemos en nuestro sistema implementado. Tenemos:

Antes de tomar alguna referencia, debemos realizar un cálculo, en el cual debemos dependiendo de nuestra implementación el rango del $R_{\theta h\text{ c-d}}$ siendo la necesidad de utilizar mica (aislante) en conjunto con silicona o en su defecto uno de ellos.

Para nuestra implementación vamos a utilizar con mica y sin silicona con lo cual nos ubicamos en el rango de 1°C/W y 2°C/W , tomaremos 1°C/W tenemos:

$$R_{\theta h\text{ d-amb}} = \frac{T_j - T_a}{P} - R_{\theta j - c} + R_{\theta c - d} \quad \text{Ecuación (2)}$$

$$R_{\theta h\text{ d-amb}} = 3.83^{\circ}\text{C/W}$$

Seguidamente realizamos la debida búsqueda del disipador con lo cual:

Extruded 5290-3

Lo tomamos debido a que tiene una resistencia térmica acorde a nuestros cálculos establecidos y se acomoda perfectamente.

Property	Details
Material	Aluminum
Finishing	Black Anodize
Device Attachment Options	Requires Mounting Kit
Thermal Interface Material	-

Figura 8. Tabla de composición

Dentro de los parámetros se tiene que calcular el factor de potencia, el cual se compone de la potencia activa sobre la potencia aparente, con lo cual tenemos lo siguiente:

- Conversión de caballos de fuerza a kilovatios, tenemos lo siguiente:

$$3\text{HP} = 2237.1\text{ vatios}$$

III. ANÁLISIS DE RESULTADOS

Dentro de los resultados es importante realizar los respectivos cálculos y tener el respectivo reconocimientos de estas condiciones que se van a tener dentro de los sistemas que podamos a implementar y es importante tratarlos como así mismo eliminarlo dentro de un porcentaje ya estabilizado para cumplir con los parámetros establecidos dentro de las funciones que se esperan, debido a la poca potencia de la señal obtenida en la carga podemos evidenciar que el circuito no satisface los resultados esperados.

IV. CONCLUSIONES

En la implementación de cualquier tipo de sistema con el que se trabaje con alta potencia, se debe analizar y evaluar si es necesario el implementar un disipador que sea debidamente



calculado y permita un funcionamiento a nivel térmico de forma correcta. Podremos evitar futuros daños o malas condiciones de trabajo.

V. REFERENCIAS

[1] M. Su, Z. Zhao, Q. Zhu y H. Dan, "Un convertidor basado en el control de inyección de energía para la conversión AC-AC, AC-DC, DC-DC, DC-AC", *13a Conferencia 2018 de IEEE sobre Electrónica Industrial y Aplicaciones (ICIEA)*, Wuhan, 2018, pp. 1394-1398, doi: 10.1109 / ICIEA.2018.8397927

[2] J. Zhang, L. Li, T. He, M. M. Aghdam and D. G. Dorrell, "Investigation of direct matrix converter working as a versatile converter (AC/AC, AC/DC, DC/AC, DC/DC conversion) with predictive control," *IECON 2017 - 43rd Annual Conference of the IEEE Industrial Electronics Society*, Beijing, 2017, pp. 4644-4649, doi: 10.1109/IECON.2017.8216800.

[3] DB Rodrigues, PR Silva, GB Lima, EAA Coelho y LCG Freitas, "Red de distribución de CC conectada a la red que despliega un rectificador de alta densidad de potencia para la estabilización de tensión de CC", *2016 Conferencia y Exposición de Electrónica de Potencia Aplicada IEEE (APEC)*, Long Beach, CA, 2016, págs. 3585-3590, doi: 10.1109 / APEC.2016.7468384.

[4] L Mecatrónica "Puente de diodos", *Mecatrónica LATAM*, 2020.

modulación de varios pulsos, se varía el ancho de pulso de cada uno de los pulsos que se llegan a tener.

Inversor DC-AC Trifásico

Herrera Alejandro, Hernández Oscar
{u180, u1803056}@unimilitar.edu.co
Profesor: Niño Luis

Resumen – En la presente práctica se realiza el diseño e implementación mediante simulaciones de un inversor trifásico DC/AC con lo cual se utiliza condiciones a postulaciones para adecuar dicho pulsos, para establecer las condiciones de trabajo.

Palabras clave – corriente directa, corriente alterna, trifásico, SPWM, convertidor, voltaje, corriente, THD.

II. INTRODUCCIÓN

Inversor:

Los inversores o convertidores DC/AC, son dispositivos cuya función es transformar un voltaje de entrada DC en un voltaje de salida AC con lo así mismo las frecuencias y magnitud de la parte del diseño

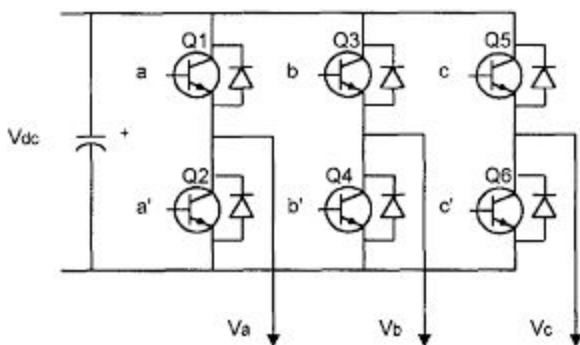


Figura No.1. Inversor trifásico.

SPWM:

Es una condición en la cual, en lugar de mantener igual el ancho de todos los pulsos, como en el caso de la

IV. DESARROLLO DE LA PRÁCTICA

Debemos tener en cuenta que para los 15HP tenemos aproximadamente 11kW.

En primera medida, se realiza la generación por medio del microcontrolador Arduino, de tres señales pwm que nos ayudaran con el switcheo de los transistores.

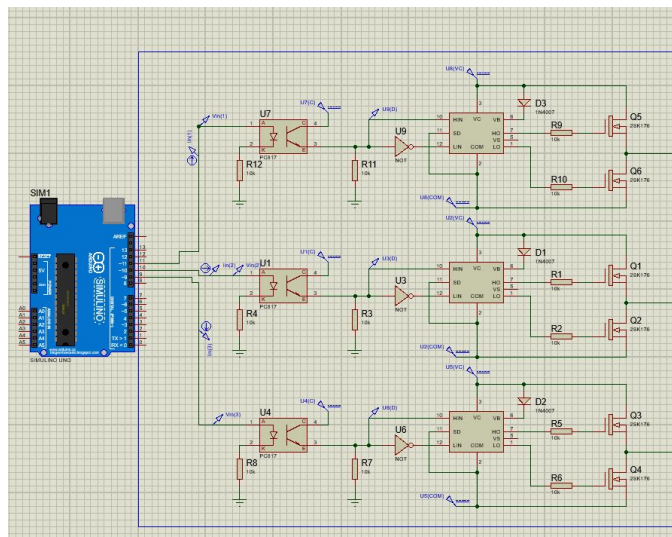


Fig 2. Circuito de Switcheo.

Cómo en la guía se pide alimentar el motor con 220V AC, alimentamos el circuito integrado IR2112 CON 120V DC que posteriormente pasarán por un transformador elevando su voltaje y finalmente se filtra para qué le llegue al motor la señal adecuada AC.

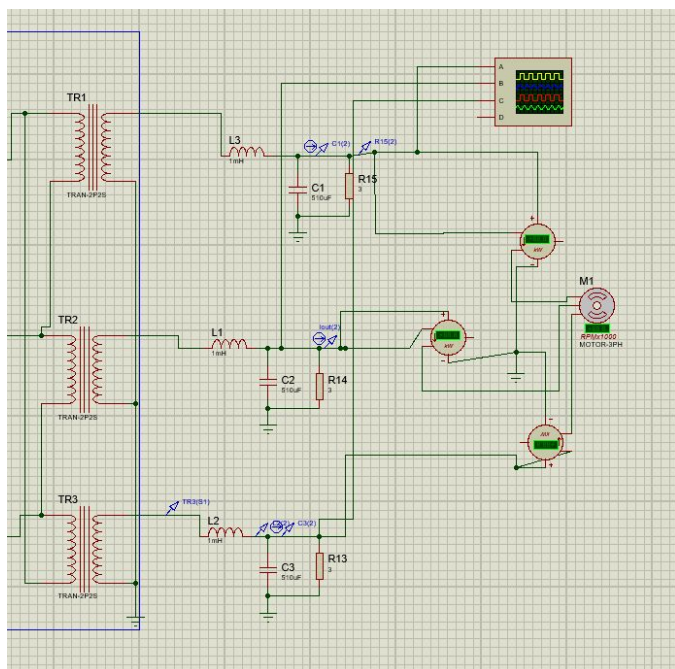


Fig 3. Filtrado y amplificación de la señal.

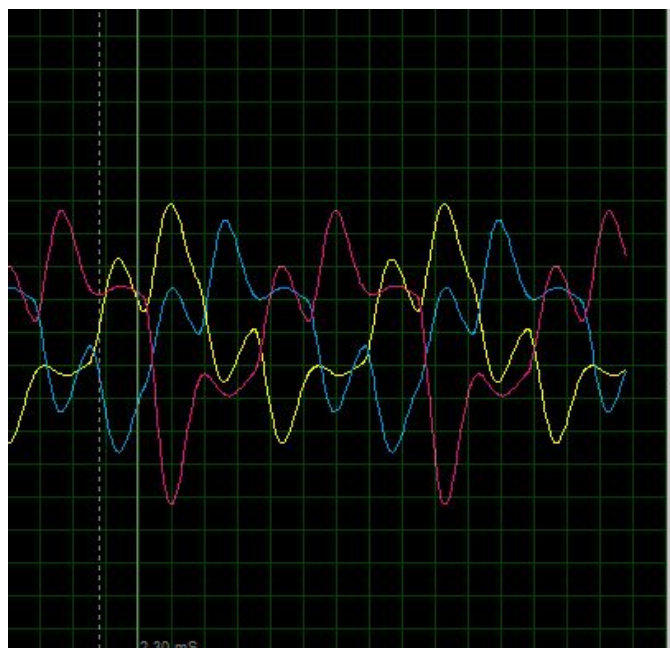


Fig 5. Señal después del filtro.

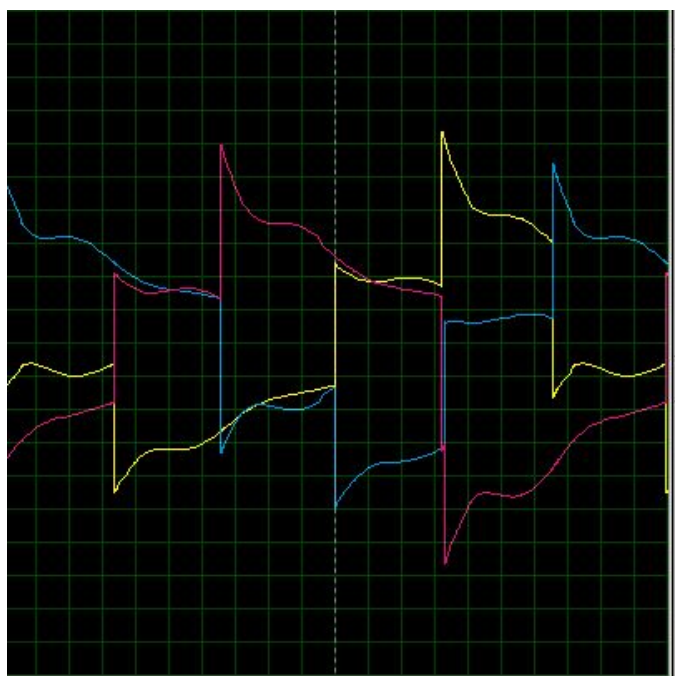


Fig 4. Señal sin filtro.

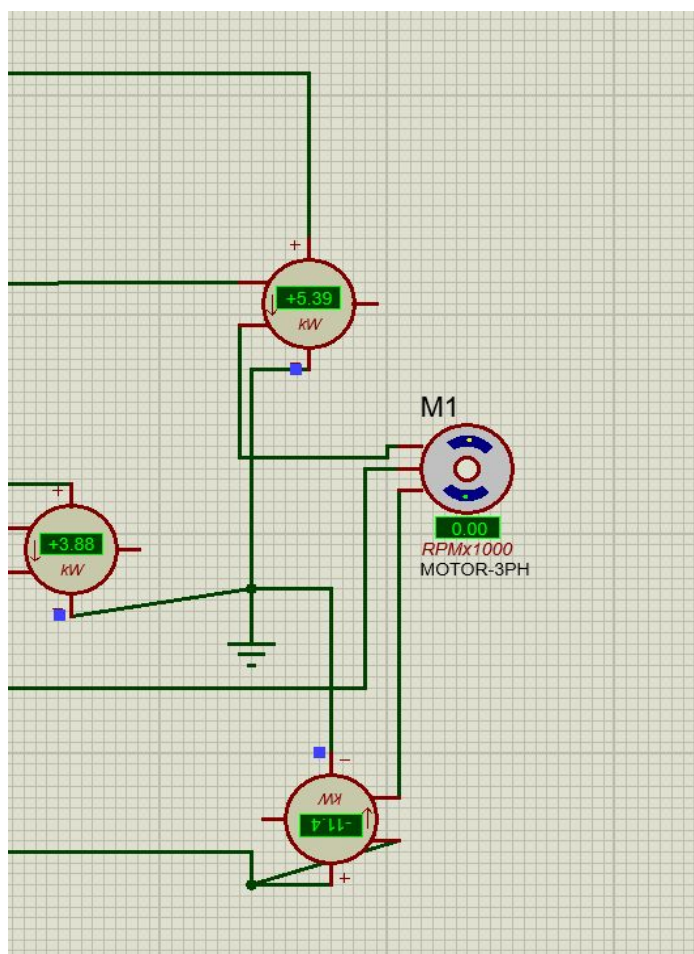


Fig 6. Potencia en el motor.

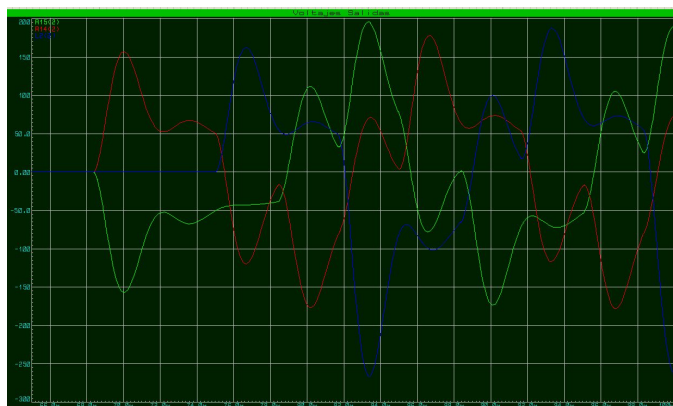


Fig 7. Voltaje en la carga.

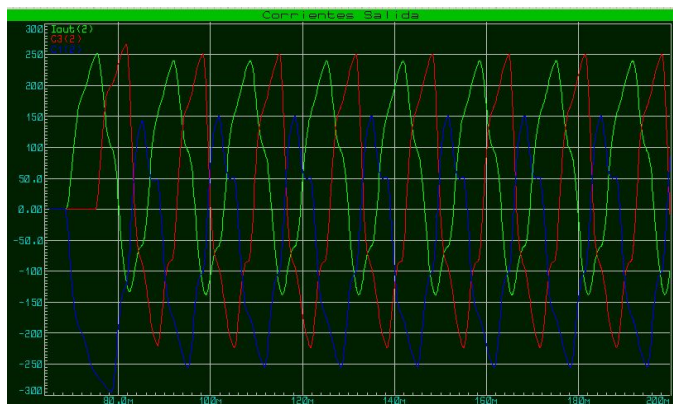


Fig 8. Corriente en la carga.

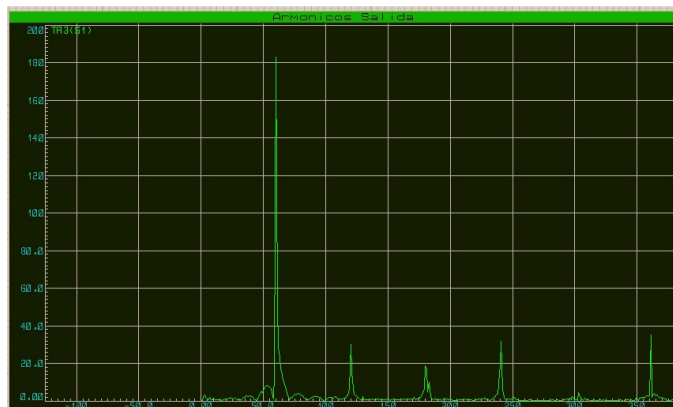


Fig 9. Frecuencias armónicas presentes en la alimentación del motor.

Las frecuencias donde hay más armónicos es

FRECUENCIAS
50 Hz
120 Hz
180 Hz

240 Hz

360 Hz

Tabla 1.

Potencia medida en las líneas, sacando el promedio entre ellas para cada una de las 10 medidas tomadas.

	CARGA		
	VOLTAJE	CORRIENTE	POTENCIA
1	72,61	80,34	5833,4874
2	95,5	222,49	21247,795
3	153,15	51,09	7824,4335
4	73,4	90,8	6664,72
5	101,373	224,058	22713,4316
6	191,243	94,52	18076,2884
7	62,9	149,3	9390,97
8	68,24	91,82	6265,7968
9	77,9391	125,706	9797,4125
10	25,95	99,65	2585,9175
PROMEDIO	92,23051	122,9774	11342,2683

$$V_{ab} = \sum_{n=1}^{\infty} \frac{4*V_s}{n} \sin\left(\frac{4}{3}n\right) \sin\left(\frac{4}{3}n + n\omega t\right)$$

$$I_a = \sum_{n=1}^{\infty} \left[\frac{4*V_s}{\sqrt{3}(n*\sqrt{R^2 + n^2\omega L^2})} \sin\left(\frac{4}{3}n\right) \right] \sin(\theta n + n\omega t)$$

Voltaje de línea

$$V_l = \sqrt{\frac{2}{3}} V_s$$

Corriente promedio

$$I_Q = \frac{I_s}{3}$$

DISIPADOR TÉRMICO

- Teniendo los parámetros, evidenciados en el datasheet del dispositivo seleccionado, tenemos:

- ❖ $T_j = 125$
- ❖ $R_{\theta JA} = 60^\circ\text{C/W}$
- ❖ $P = 2\text{ (W)}$
- ❖ $T_a = 20^\circ\text{C}$
- ❖ $R_{\theta JC} = 3.7^\circ\text{C/W}$

$$T_j = P * R_{\theta JA} + T_a \text{ Ecuación (1)}$$

Luego realizamos reemplazo en la ecuación 1, con lo cual tenemos lo siguiente:

$$T_j = 2\text{ (W)} * 60^\circ\text{C/W} + 20^\circ\text{C}$$

$$T_j = 140^{\circ}\text{C}$$

Se requiere disipador con lo cual adoptamos un disipador para las condiciones que tenemos en nuestro sistema implementado. Tenemos:

Antes de tomar alguna referencia, debemos realizar un cálculo, en el cual debemos dependiendo de nuestra implementación el rango del $R_{th\ c-d}$ siendo la necesidad de utilizar mica (aislante) en conjunto con silicona o en su defecto uno de ellos.

Para nuestra implementación vamos a utilizar con mica y sin silicona con lo cual nos ubicamos en el rango de 1°C/W y 2°C/W , tomaremos 1°C/W tenemos:


$$R_{th\ d-amb} = \frac{T_j - T_a}{P} - R_{th\ j - c} + R_{th\ c - d} \quad \text{Ecuación (2)}$$

$$R_{th\ d-amb} = 51^{\circ}\text{C/W}$$

Seguidamente realizamos la debida búsqueda del disipador con lo cual:

ATS-PCB1001.

- for semiconductor clip-mounting
 - special lengths and transistor drillings on request
 - P = raised retaining stud, E = mounting method



art. no.	h [mm]	R _a [K/W]	
SK 129 25,4 ...	25.4	7.8	TO 220
SK 129 38,1 ...	38.1	6.5	TO 220
SK 129 50,8 ...	50.8	5.3	TO 220
SK 129 63,5 ...	63.5	4.5	TO 220

please indicate: ... mounting method
 STC = with solder pin
 STC = with solder pin and insulating washer
 STCB = with threaded bolt M3, brass

surface: black anodized

Figura 17. Disipador Seleccionado

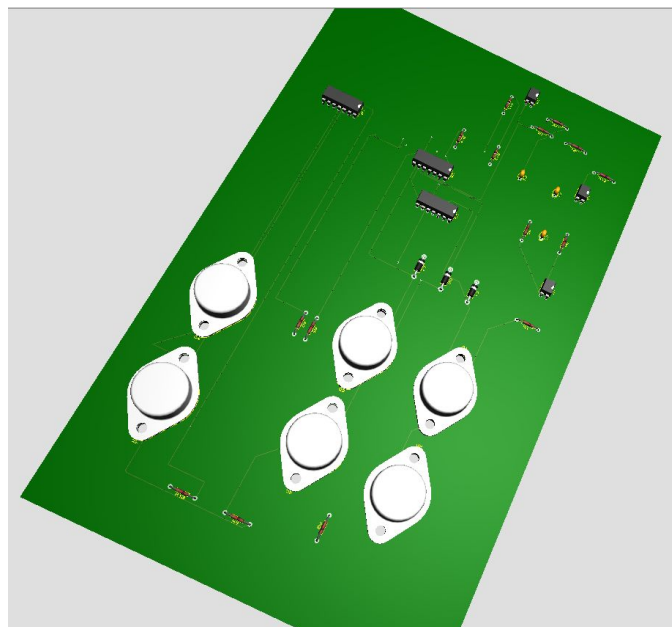


Figura 18. Diseño PCB.

IV. ANÁLISIS DE RESULTADOS Y CONCLUSIONES

Es importante tener el análisis respectivo de cada uno de los parámetros dado en condiciones de los microcontroladores dados los parámetros que se requieran, dado que podemos tener diferentes condiciones de trabajo bajo sistemas que tengan que ser netamente controlados en condiciones específicas, así mismo es importante la implementación de sistemas acompañados de estos circuitos que nos permiten un control y finalmente cumplir tareas específicas.

Teniendo en cuenta las elevaciones requeridas de voltaje nos hace realizar un análisis de los armónicos que van a estar dentro de nuestro sistema al percibir estos cambios fuertes de voltaje nos van a generar estas condiciones no deseadas, además tenemos que implementar filtros bastante robustos ya que la señal debe tener un filtrado muy fuerte para rechazar señales introducidas, ya que estas son bastante grandes y diversas.

REFERENCIAS

[1] Rashid, M. H. (2014) Power electronics: Muhammad H. Rashid. 4a. ed. Pearson. Available at: <http://search.ebscohost.com.ezproxy.umng.edu.co/login.aspx?direct=true&db=cat04333a&AN=umng.30223&lang=es&site=eds-live>



[2] Mohan, N. (2009) Electrónica de potencia: convertidores, aplicaciones y diseño. 3a. ed. McGraw-Hill. Available at:

<http://search.ebscohost.com.ezproxy.umng.edu.co/login.aspx?>

[3] Ballester, E. (2012) Electrónica de potencia: principios fundamentales y estructuras básicas. Alfaomega. Available at:

<http://search.ebscohost.com.ezproxy.umng.edu.co/login.aspx?direct=true&db=cat04333a&AN=mng.16436&lang=es&site=eds-live>

[4] Benavent García, J. M. (2000) Electrónica de potencia: teoría y aplicaciones. Alfaomega. Available at: <http://search.ebscohost.com.ezproxy.umng.edu.co/login.aspx?direct=true&db=cat04333a&AN=mng.7083&lang=es&site=eds-live>

CONVERTIDOR DC-AC TRIFÁSICO CONTROLADO POR SPWM

Herrera Alejandro, Hernández Oscar
{u180, u1803056}@unimilitar.edu.co
Profesor: Niño Luis

Resumen—En esta práctica vamos a realizar el diseño e implementación de un convertidor DC - DC que como primera instancia nos va a permitir tener un voltaje de entrada realizar una elevación y posteriormente entregar un voltaje DC a la salida.

Palabras clave—Convertidor (AC-DC),

I. INTRODUCCIÓN

En el desarrollo se tiene que realizar un convertidor el cual va a permitir elevar un valor de voltaje y posteriormente entregar a la salida un voltaje de misma referencia en este caso es DC. Con conocimientos previos se debe realizar una rectificación por el cual para llevar a cabo esta tarea, debemos utilizar un elemento fundamental para el cumplimiento el cual es el diodo. Entre otros elementos que nos permiten realizar la adecuación especificada dentro de los parámetros establecidos.

- Diodo

¿Qué es?

Un diodo es un dispositivo semiconductor que actúa esencialmente como un interruptor unidireccional para la corriente. Permite que la corriente fluya en una dirección, pero no permite a la corriente fluir en la dirección opuesta. En conjunto con prácticas anteriores se tiene un fortalecimiento adecuado respecto a su correcto funcionamiento.

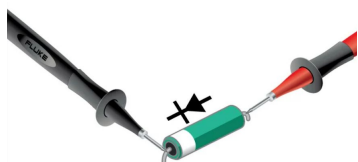


Figura 1. Visualización Dispositivo Diodo

- Convertidor DC-DC

convertidor DC-DC a un tipo de convertidor de potencia que transforma corriente continua de un nivel de tensión a otro.

II. METODOLOGÍA Y MATERIALES

Software	MATLAB
----------	--------

Tabla 1. materiales.

III. DESARROLLO

En primera instancia se desarrolla la implementación del convertidor DC-DC que nos va a permitir realizar la respectiva elevación de voltaje de acuerdo a los parámetros establecidos del diseño como lo es para este caso un voltaje inicial de 24V y que obtengamos posteriormente a la salida un voltaje de salida 120V.

Tendremos dentro de nuestro diseño un integrado el cual nos va a permitir en primera instancia tener el paso del voltaje DC -AC más específicamente la referencia CD4047BCN, posteriormente tendremos las entradas de activación de dos transistores propuestos para la estimulación del circuito, las señales de control de los mismos. Luego de esta parte tenemos una parte de filtro, claramente para el manejo de la señal para que sea de la forma senoidal más estable.

A continuación tenemos el circuito implementado:

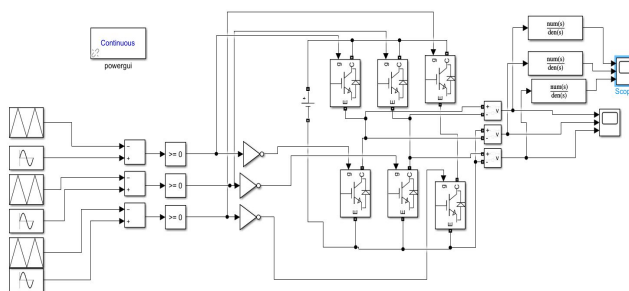


Figura No. 1 Circuito Implementado

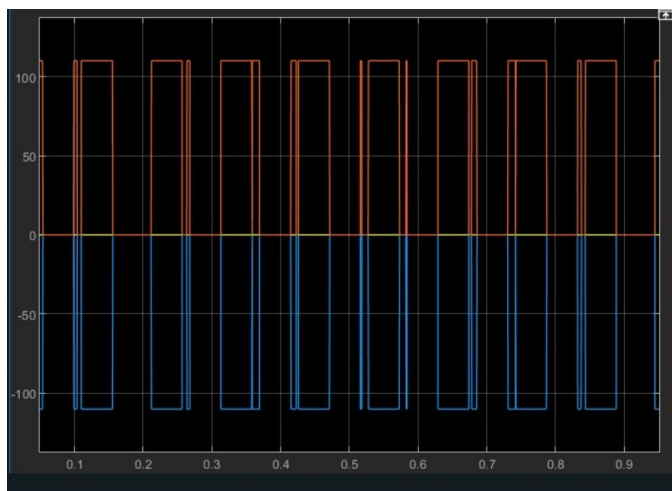


Figura No. 2 Salida sin filtrar

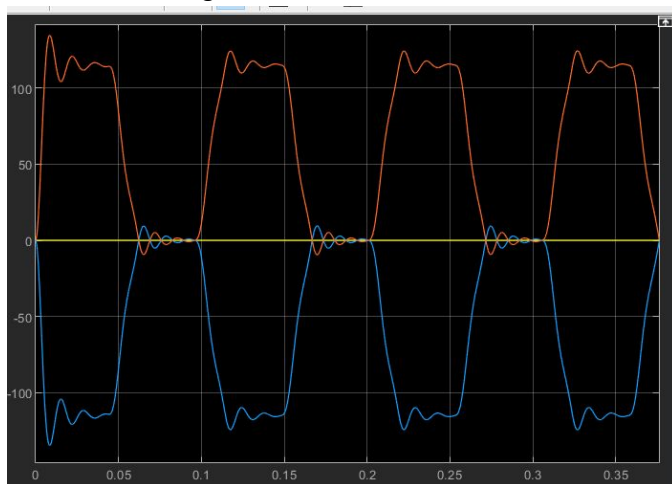


Figura No. 2 Salida filtrada

1. Teniendo los parámetros, evidenciados en el datasheet del dispositivo seleccionado, tenemos:

- ❖ $T_j = 125$
- ❖ $R_{\theta JA} = 60 \text{ } ^\circ\text{C/W}$
- ❖ $P = 2 \text{ (W)}$
- ❖ $T_a = 20^\circ\text{C}$
- ❖ $R_{\theta JC} = 3.7 \text{ } ^\circ\text{C/W}$

$$T_j = P * R_{\theta JA} + T_a \text{ Ecuación (1)}$$

Luego realizamos reemplazo en la ecuación 1, con lo cual tenemos lo siguiente:

$$T_j = 2(\text{W}) * 60(^\circ\text{C/W}) + 20(^\circ\text{C})$$

$$T_j = 140^\circ\text{C}$$

Se requiere disipador con lo cual adoptamos un disipador para las condiciones que tenemos en nuestro sistema implementado. Tenemos:

Antes de tomar alguna referencia, debemos realizar un cálculo, en el cual debemos dependiendo de nuestra implementación el rango del $R_{th c-d}$ siendo la necesidad de utilizar mica(aislante) en conjunto con silicona o en su defecto uno de ellos.

Para nuestra implementación vamos a utilizar con mica y sin silicona con lo cual nos ubicamos en el rango de $1 \text{ } ^\circ\text{C/W}$ y $2 \text{ } ^\circ\text{C/W}$, tomaremos $1 \text{ } ^\circ\text{C/W}$ tenemos:

$$R_{th d-amb} = \frac{T_j - T_a}{P} - R_{th j-c} + R_{th c-d} \text{ Ecuación (2)}$$

$$R_{th d-amb} = 51 \text{ } ^\circ\text{C/W}$$

2. Nuestro dispositivo semiconductor seleccionado

UTC BT136E

Teniendo la referencia respectiva a la cual le vamos a dar implementación, debemos evidenciar los parámetros dados por el fabricante, con lo cual tenemos:

ATS-PCB1001.



Figura No. 3 Disipador térmico Aluminio

Área de producto del núcleo que requiere el núcleo del transformador

$$A_n = \sqrt{P_{bs}}$$

Donde A_n es el área del núcleo y P_{bs} la potencia del bobinado secundario. Siendo el voltaje en el bobinado secundario 120V y la corriente 32A se realiza el siguiente cálculo:



$$P_{bs} = 120V * 32A = 3840W = 3.8KW$$

$$A_n = \sqrt{3840}$$

$$A_n = 61.9cm^2 = 62cm^2$$

Relación de espiras del transformador

$$a = \frac{N_p}{N_s} = \frac{V_p}{V_s}$$

$$vueltas/voltio = \frac{42}{62} = 0.67vueltas$$

siendo V_p el voltaje en el primario $V_p=24V$

$$N_p = 0.67 * 24 = 16.08 = 17 \text{ espiras}$$

Teniendo presente la relación: $a = \frac{V_p}{V_s} = 0.2$ Se halló el número de espiras en el bobinado de secundario.

$$N_s = \frac{N_p}{0.2} = \frac{16.08}{0.2} = 80.4 = 81 \text{ espiras}$$

Así se obtiene la siguiente relación de espiras del transformador.

$$a = \frac{17}{81}$$

III. ANÁLISIS DE RESULTADOS

El diseño e implementación de estos convertidores nos permiten realizar diferentes procesos y configuraciones, como asimismo adaptaciones que son fundamentales para realizar etapas del control de algún tipo de proceso ya sea industrial o de algún tipo de planta que se requiera.

Así mismo el uso de los funcionamientos de los transformadores teniendo relaciones de su primario y secundario para cumplir importantes acondicionamientos de voltaje o de corriente, esto nos permite una variedad de aplicativos dando analisis en una primera e implementada instancia el circuito para esta práctica.

Uno de los procesos importantes para el uso y elección de los disipadores son áreas térmicas que no se pueden pasar por alto son fundamentales para obtener resultados óptimos de trabajo.

IV. CONCLUSIONES

El manejo de este tipo de circuitos nos permiten identificar procesos no deseados en un mayor porcentaje respecto a otros circuitos tratados, respecto a un punto fundamental como los armónicos que se han venido estudiando en el transcurso de una rama importante.

Tener la claridad del funcionamiento del circuito permite identificar en qué área de un sistema ya sea industrial, que sea requerido el manejo de bajos y altos voltajes en una misma línea con lo cual podemos implementar y podemos dar solución o normalidad de trabajo a una red o sistema.

V REFERENCIAS

[1] M. Su, Z. Zhao, Q. Zhu y H. Dan, "Un convertidor basado en el control de inyección de energía para la conversión AC-AC, AC-DC, DC-DC, DC-AC", *13a*

Conferencia 2018 de IEEE sobre Electrónica Industrial y Aplicaciones (ICIEA), Wuhan, 2018, pp. 1394-1398, doi: 10.1109 / ICIEA.2018.8397927

[2] J. Zhang, L. Li, T. He, M. M. Aghdam and D. G. Dorrell, "Investigation of direct matrix converter working as a versatile converter (AC/AC, AC/DC, DC/AC, DC/DC conversion) with predictive control," *IECON 2017 - 43rd Annual Conference of the IEEE Industrial Electronics Society*, Beijing, 2017, pp. 4644-4649, doi: 10.1109/IECON.2017.8216800.

[3] DB Rodrigues, PR Silva, GB Lima, EAA Coelho y LCG Freitas, "Red de distribución de CC conectada a la red que despliega un rectificador de alta densidad de potencia para la estabilización de tensión de CC", *2016 Conferencia y Exposición de Electrónica de Potencia Aplicada IEEE (APEC)*, Long Beach, CA, 2016, págs. 3585-3590, doi: 10.1109 / APEC.2016.7468384.

[4] L Mecatrónica "Puente de diodos", *Mecatrónica LATAM*, 2020.