

Recibido 29 de agosto de 2022. Aceptado 02 de diciembre de 2022. Publicado 23 de diciembre de 2022.

ISSN: 2448-7775

# Estudio experimental de la dinámica del convertidor reductor para su aplicación en técnicas de comunicación con luz visible

**MARIO ALBERTO JÚAREZ BALDERAS\*, OMAR NAVARTE VALADES, ADOLFO RAFAEL LÓPEZ NÚÑEZ, GILBERTO MUÑOZ MORENO.**

Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico Superior de Irapuato.

\*Autor de Correspondencia: mario.jb@irapuato.tecnm.mx

**RESUMEN** La comunicación mediante luz visible por sus siglas en inglés (VLC, Visible Light Communication) es un campo emergente en la comunicación. Este tipo de comunicación surge como una alternativa o complemento a la manera en cómo se transmite datos tradicionalmente ayudando así a aliviar o mitigar la saturación actual del espectro de radiofrecuencia; ofreciendo además ciertas ventajas tales como iluminación y transmisión de datos al mismo tiempo. Esta clase de sistemas tiene varias etapas las cuales son encargadas de modular la señal, de amplificarla y enviarla a algún emisor de luz donde la tecnología LED transmite dicha información, sin embargo, dicha tecnología se alimenta con la conversión CD-CD específicamente los convertidores reductores. En el presente trabajo se busca realizar un estudio de la composición y dinámica de esta clase de sistemas a su vez reproducir información en variaciones de niveles de corriente a distintas frecuencias.

**PALABRAS CLAVE**— Convertidor reductor, LI-FI, VLC

## I. INTRODUCCIÓN

La comunicación hasta el día de hoy es realizada, en su mayoría, utilizando el llamado espectro de radiofrecuencia; donde todo tipo de servicios y dispositivos logran comunicarse de manera efectiva. Sin embargo, una nueva alternativa ha surgido con la idea de utilizar un rango de frecuencias del espectro electromagnético diferente al de radiofrecuencia; es mediante el espectro electromagnético de la luz visible; donde la frecuencia de las ondas es mucho mayor comparada a las radiofrecuencias. Aquí es donde nace la comunicación mediante luz visible, por sus siglas en inglés (VLC, Visible Light Communication), ha surgido como un método alternativo que brinda ciertas ventajas como seguridad, puede proveer gran velocidad de transmisión de datos (alrededor de 500 Mbits/s) [1], además de que logra aprovecharse como iluminación de interiores, tanto como transmisor de información o datos.

La comunicación mediante luz visible modula la intensidad luminosa para transmitir información, para esta aplicación los LED de potencia son buenos candidatos debido a que tienen bajo costo, son rápidos, tienen larga vida, producen luz visible de alta intensidad, sin embargo el manejo apropiado del LED requiere de un controlador o driver en orden de reproducir niveles de intensidad requerida y pueda variar rápidamente en orden de microsegundos [2].

Los controladores propuestos en la literatura para esta clase de aplicaciones utilizan amplificadores de Radio Frecuencia (RF) [3], los cuales cumplen con las características de velocidad necesaria, sin embargo tienen una eficiencia muy pobre, y existen pérdidas de potencia mediante energía calorífica. Por lo tanto, se busca el estudio de nuevos métodos con el objetivo de lograr aumentar la eficiencia en esta clase de controladores para LED.

Existe una gran variedad de topologías de convertidores CD-CD para el control de LED de potencia que pueden ser probadas y aplicadas en este tipo de aplicación. Es importante considerar las distintas ventajas y problemáticas que puede traer la implementación de un convertidor de CD-CD [2], como por ejemplo la falta de linealidad esto comparado con un amplificador de RF, el cual si es lineal; por lo que se debe considerar la problemática el estudio y comportamiento del funcionamiento del controlador del LED a utilizar.

La VLC utiliza un espectro diferente al de la radiofrecuencia, el rango de frecuencias de uso es de 400 a 800 THz [1]. El uso de la luz visible como medio de comunicación aún está en una etapa temprana, comparado con lo logrado en otras áreas, como el uso del infrarrojo y laser (óptica por el espacio libre).

Las ventajas del uso de luz como medio de comunicación son: gran región visible libre de licencia. [4], integración a

sistemas ya existentes, visibilidad. Puede ser empleada solamente en áreas restringidas [5], Seguridad. Otros aspectos son los siguientes: Larga vida útil, encendida y apagada rápido debido a las características semiconductoras del LED, ya que este produce luz de manera instantánea en el orden de nanosegundos.

En orden de realizar una comunicación serial de datos efectiva a través de la luz es necesario tener en cuenta diversos factores y características de la manera en que se comunicará el transmisor, entre ellas la mitigación de parpadeo es un factor importante evitar el parpadeo producido por la emisión de luz del LED por lo que la conmutación debe ser mayor o igual a 200Hz [6], [7]. Esta alta velocidad limitada por la dinámica de los componentes del convertidor y del tipo de LED.

La LI-FI es un tipo de conexión a internet similar al Wifi, se basa en el uso de la luz para transmitir información de manera rápida. La luz visible, infrarroja, y ultravioleta, son usadas como señales portadoras de alguna señal con la información a transmitir [3].

Uno de los problemas de la comunicación VLC es debido a que ser una fuente de iluminación y comunicación tiene pérdidas de potencia adicionales al realizar funciones duales. La lámpara LED al realizar funciones de comunicación contiene una corriente adicional, que representa las señales de comunicación, por lo tanto, la salida del convertidor incluye información de corriente continua como de corriente alterna [8], estas dos funciones se dividen en la funcionalidad del sistema de comunicaciones (CSF, por sus siglas en inglés) y funcionalidad del Sistema de iluminación (ISF, por sus siglas en inglés).

Existen en la literatura diversas estructuras de Li-FI estas se pueden clasificar en: 1) El uso del convertidor CSF y un convertidor ISF por separado [9], es decir se emplean dos convertidores de potencias diferentes para generar la corriente de iluminación y comunicación. 2) La segunda estructura consiste en los convertidores ISF y CSF integrados el cual emplea solo un convertidor integrado para generar ambas funciones [10], esta estructura es la más común y se muestra en la Fig. 1. 3) La tercera estructura consiste en un solo convertidor integrado (ISF y CSF) donde se aplican técnicas de modulación y diferentes tipos de operación para conseguir un mejor rendimiento [11]. 4) la cuarta estructura consiste en el uso de los convertidores ISF y CSF de manera separa conectados en serie.

El uso de sistemas ISF y CSF requiere de una alta eficiencia para aprovechar al máximo la energía eléctrica, por lo tanto, varios estudios se han enfocado en el diseño de los convertidores, donde además se debe considerar los efectos de la no linealidad de las lámparas LED.

## II. DESARROLLO DE LA PROPUESTA

La comunicación mediante luz visible se requiere de un driver o controlador de alta frecuencia del orden de los MHz, cambiando la intensidad luminosa del LED esto es posible mediante la variación de los niveles de corriente en sus terminales.

Los convertidores estándar para la comunicación en RF [12] se basan en el siguiente principio: se mantiene niveles constantes de corriente ( $I_{DC}$ ) en el LED y se inyecta una corriente con la información del sistema ( $i_{AC}$ ).

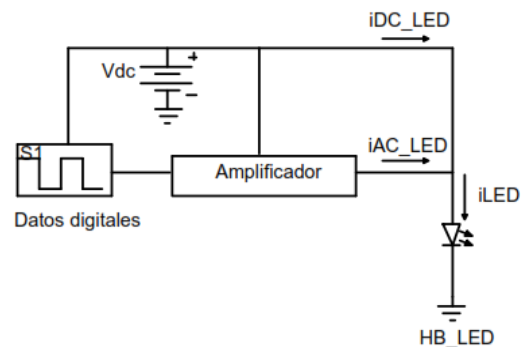


Fig. 1. Configuración típica de un sistema de transmisión de luz.

Las formas de onda en este sistema es la siguiente:

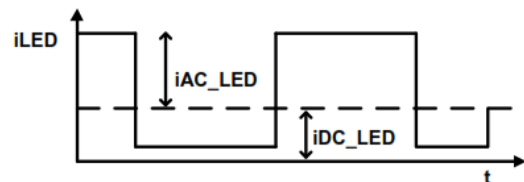


Fig. 2. Forma de onda de voltaje a la salida del LED.

En la Fig. 2; como se puede observar la corriente de salida representa la información, además de tener un nivel de DC, para no interferir en los niveles de iluminación, sin embargo estos sistemas no son la mejor opción en términos de eficiencia y rapidez, por lo que se puede concluir que esta clase de sistemas no son los más adecuados, y pueden ser mejorados implementando diferentes etapas que puedan lograr una mejor eficiencia y manejo del control del LED a utilizar. En la Fig. 3, se muestra otro tipo de sistemas donde se añade una etapa de modulación digital, lo cual trae rapidez al sistema [13]. Entre las características principales se encuentra una etapa de conversión de la energía DC-DC mediante un convertidor de lenta respuesta, esto con la finalidad de mantener los niveles de corriente proporcionados al LED lo más constante posible, para así no interferir en la función de la iluminación.

Las formas de onda de este tipo de sistema en modulación se muestran en la Fig. 4.

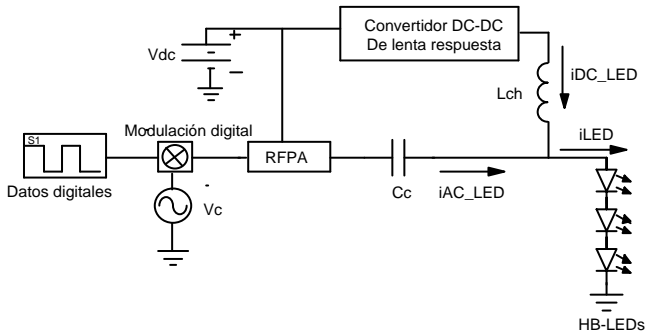


Fig. 3. Controlador de LED ultra brillante con etapas de modulación, amplificación y de conversión de la energía.

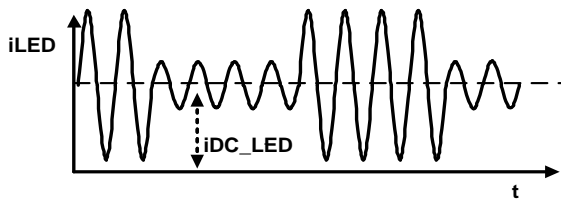


Fig. 4. Corriente a través del LED mediante el esquema de modulación aplicado

Esta clase de modulación mostrada en la Fig. 4 es realizada con respecto a la amplitud, por lo que la amplitud será mayor cuando se requiera representar unos y será menor cuando se busque representar ceros; con la adición de la corriente CD se logra que la iluminación del LED se mantenga en un mínimo.

Por otra parte, existe una versión derivada de la topología anterior en donde lo que cambia es la velocidad del convertidor CD-CD, esta topología se muestra en la Fig. 5.

Este tipo de configuración es complicada debido a que el convertidor CD-CD tiene como objetivo generar corriente directa estable y variable en dos puntos de potencia, debido a esto es necesario utilizar convertidores de respuesta extremadamente rápida (del orden de los MHz) [9]. Por lo tanto, en este estudio se llevará a los convertidores de uso común a frecuencias de varios MHz.

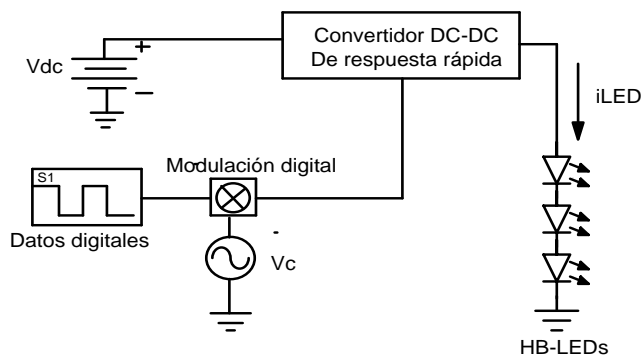


Fig. 5. Controlador con fase de modulación digital y conversión rápida de energía, eliminando el amplificador de RF.

## A. DINÁMICA DEL LED

Para determinar la dinámica de LED se realizan por medio de un circuito de pruebas el esquema se muestra en la Fig. 6, este circuito realiza un cambio de potencia por medio de dos resistencias R1 y R2, donde la suma de las dos resistencias corresponde a la potencia baja y R2 a potencia nominal, R1 se pone en corto circuito por medio de un interruptor electrónico con el objetivo de hacer la prueba en microsegundos, además el uso de resistencia elimina las dinámicas externas.

Para este LED CXA1507 se buscó que la potencia variara alrededor de un 42% a un 96% aproximadamente, esto se logra al suministrar 150 mA y 400 mA de corriente en el LED, la respuesta dinámica se mide en ese intervalo de tiempo de evolución. Los resultados experimentales de este escalón se muestran en la Fig. 7. Como es apreciable en esta figura, existe un tiempo de subida menor a los 280 ns.

## B. ANÁLISIS DEL CONVERTIDOR REDUCTOR

Una vez conociendo las características del LED a utilizar, se comenzó con el diseño de un convertidor reductor que las satisfaga. El diseño del convertidor se realiza de la siguiente manera: Parámetros iniciales: Voltaje de entrada,  $V_e=48\text{ V}$ , Voltaje a la salida,  $V_s=38\text{ V}$ , Frecuencia de conmutación,  $F_s=50\text{ kHz}$ , corriente de salida,  $I_{omax}=337\text{ mA}$  (90% de la corriente nominal). El circuito implementado se muestra en la Fig. 8.

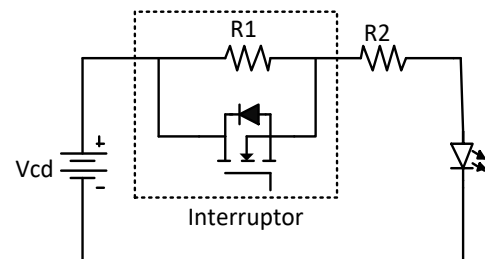


Fig. 6. Esquema del circuito de pruebas para determinar la respuesta dinámica del LED.

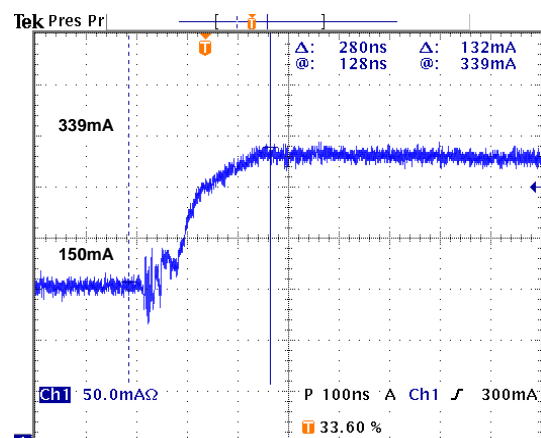


Fig. 7. Cambio de corriente en las terminales del LED.

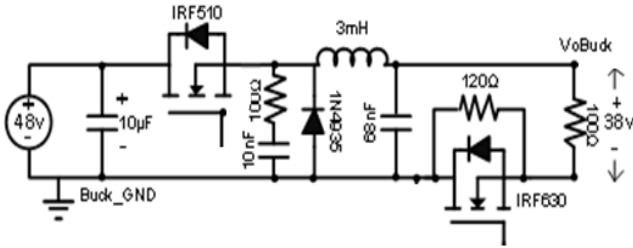


Fig. 8. Diagrama completo del convertidor y cambio de carga a implementar.

La frecuencia de conmutación en el convertidor CD-CD se elige debido a los efectos parásitos que aparecen en alta frecuencia provocando que el circuito no sea lineal en su ganancia [14], el objetivo de convertidor ISF es suministrar un corriente constante en continua. El convertidor trabaja en modo de conducción continua para obtener una corriente constante, el rizo de corriente se elige al 15% a razón del pico de corriente máxima, siendo  $I_{o_{max}}$  del 90% adicionándole un 15%, se tendrá una corriente máxima de salida de un 5%, adicional a la nominal, siendo esta aceptable para mantener en buenas condiciones al LED, del mismo modo se elige un rizado de voltaje del 5% con el objetivo de que la capacitancia de salida del convertidor sea de un valor pequeño y emplear capacitores cerámicos.

Los cálculos de diseño se muestran a continuación, ciclo de trabajo:

$$D = \frac{V_s}{V_e} = 0.792 \quad (1)$$

Rizo de corriente, el cual corresponde al 15% de la corriente máxima:

$$\Delta I_L = (0.15) * (I_{o_{max}}) = 0.051 \quad (2)$$

Rizo de voltaje, el cual corresponde al 5% del voltaje de salida:

$$\Delta V = (0.05) * (V_s) = 1.9v \quad (3)$$

Calculo de inductor:

$$L = \frac{V_s * (V_e - V_s)}{\Delta I_L * F_s * V_e} = 3.128 \times 10^{-3} \text{ H} \quad (4)$$

Calculo de capacitor:

$$C = \frac{(V_e - V_s) * D}{8 * \Delta V * L * F_s^2} = 66.61 \times 10^{-9} \text{ F} \quad (5)$$

Los resultados en la siguiente Tabla I.

TABLA I. PARÁMETROS DEL CONVERTIDOR REDUCTOR

Parámetros	Valores
Ventrada	48 V
Vsalida	38 V
Inductor	3.128 mH
Capacitor	66.61 nF
Ciclo de trabajo	79%

El convertidor reductor, es simulado de acuerdo a los parámetros y características calculadas previamente, las simulaciones se realizaron en el software PSPICE®. El voltaje y corriente de salida del convertidor se muestra en la Fig. 9 y Fig. 10 respectivamente.

El voltaje de salida del convertidor es cercano a los deseados 38 V siendo 37.932 V, mientras que la corriente da un aproximado de 338 mA, como se aprecia en la Fig. 10.

### C. ANÁLISIS DE LA DINÁMICA DEL CONVERTIDOR REDUCTOR

Método de cambio de corriente externo, donde el convertidor ISF y el convertidor CSF están en paralelo. Los elementos del convertidor que afectan directamente la dinámica del convertidor son el capacitor y el inductor ya que son elementos que almacenan energía, una manera de conocer el efecto de estos dos elementos en la velocidad del convertidor es mediante la simulación paramétrica.

Aquí la propuesta es el estudio de cómo afectan estas variables a la dinámica del sistema propuesto (Fig. 11). A continuación, se analiza el efecto de inductancia del convertidor se realiza un barrido de 400 µH a 5 mH con un incremento de 300 µH en cada paso para ver el efecto en la corriente de salida. El cambio de carga se realiza con una conmutación a 2.5 MHz, dichos efectos se muestran en la Fig. 12.

La corriente va desde los 175 mA y 349 mA, como se puede apreciar los cambios en corriente son mínimo y no genera deformaciones a la salida, por lo que se puede decir que la inductancia no afecta en la conmutación de la carga LED. En una segunda simulación se varía la capacitancia de salida de un 1 nF a 6 µF con un paso de 500 nF, como se ve en la Fig. 13, la frecuencia de conmutación corresponde a 2.5 MHz.

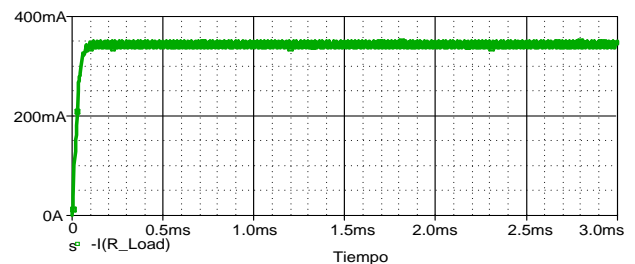


Fig. 9. Corriente a la salida de convertidor reductor.

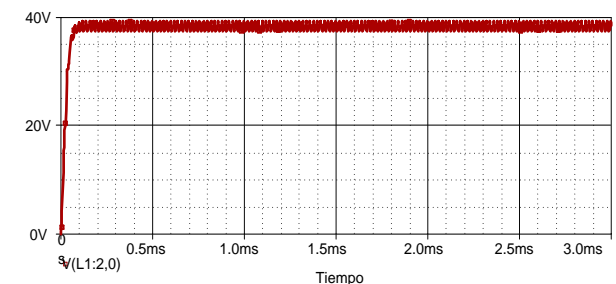


Fig. 10. Voltaje de salida de convertidor reductor.



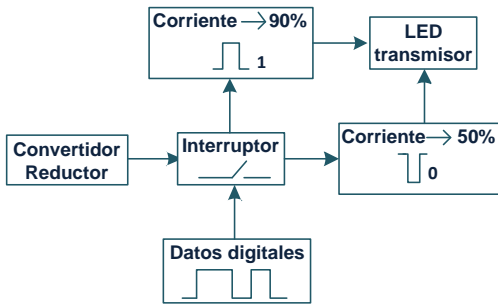


Fig. 11. Proceso del cambio de carga a la salida del convertidor reductor.

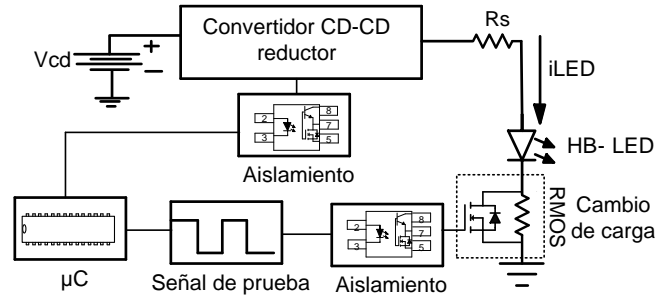


Fig. 14. Convertidor reductor con cambio de carga LED-resistivo.

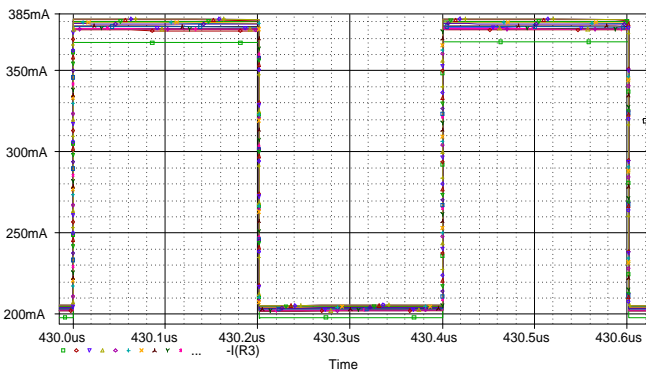


Fig. 12. Perturbaciones de la corriente de salida al variar la carga en simulación paramétrica inductiva.

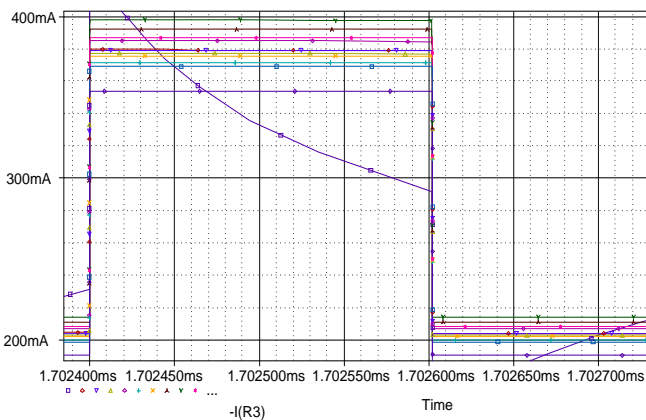


Fig. 13. Perturbaciones de la corriente de salida al variar la carga en simulación paramétrica capacitiva.

Del mismo se puede deducir que el capacitor tiene poco efecto en los cambios de carga del convertidor, el convertidor solo se ve afectado con capacitancias pequeñas.

### III. RESULTADOS EXPERIMENTALES

El diagrama de bloques de la Fig. 14 muestra el microcontrolador para el envío de las señales y el convertidor reductor junto el LED de potencia empleado. Los parámetros para el diseño del convertidor son los mismos que la simulación, es decir, los valores de la Tabla I.

La foto del prototipo se muestra en la Fig. 15, en donde por medio de un microcontrolador este inyecta códigos alfanuméricos en binario, en la Fig. 16 se muestra el carácter “h” que en binario es 1101000, este dato se manda a través del protocolo SPI, (del inglés Serial Peripheral Interface), tal como se muestra en la Fig. 16.

Para observar el comportamiento del convertidor en altas frecuencias se tiene una salida de 6 W a 14 W, es decir, con un voltaje de salida de 37.5 V a una variación de corriente de 210 mA a 290 mA, las frecuencias de prueba son 200 kHz, 800 kHz, 1.25 MHz y 2.5 MHz de la Fig. 17 a la Fig. 20 respectivamente.

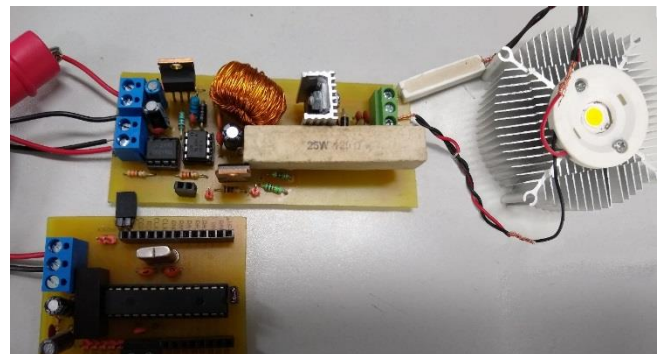


Fig. 15. Circuito convertidor reductor con cambio de carga a la salida accionado por señal de prueba CCP.

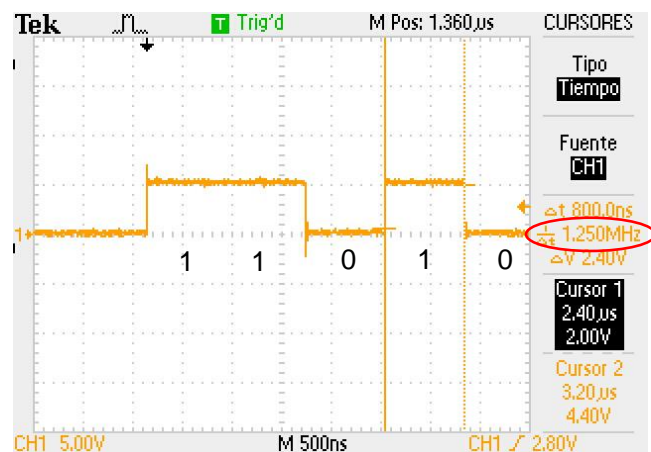


Fig. 16. Señal en binario del carácter “h”.

Con esto se concluyen las pruebas de cambio de carga realizadas al convertidor reductor; al igual que las pruebas anteriores, la deformación es presente al aumentar la frecuencia de conmutación, a 2.5 MHz era notorio la mala calidad en la traducción en los bits, además por encima de esa frecuencia no era perceptible ninguna forma de onda perdiendo así su capacidad de reproducir alguna forma cuadrada.

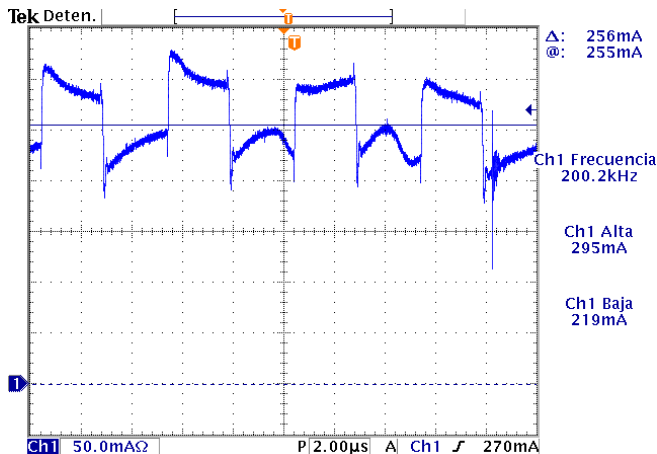


Fig. 17. Cambio de carga a 200 kHz de 219 mA a 295 mA.

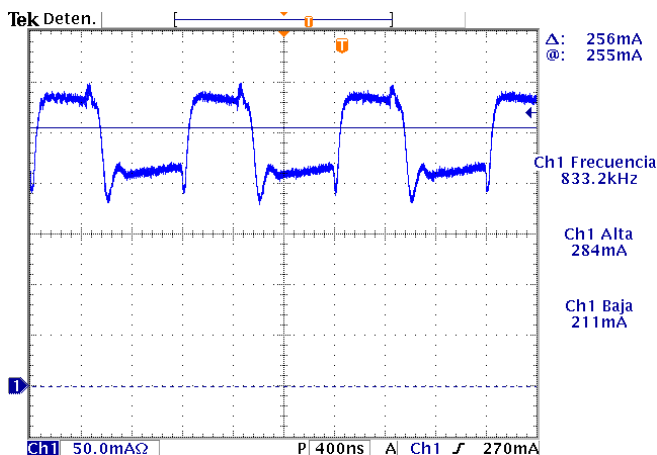


Fig. 18 Cambio de carga a 800 kHz de 211 mA a 284 mA.

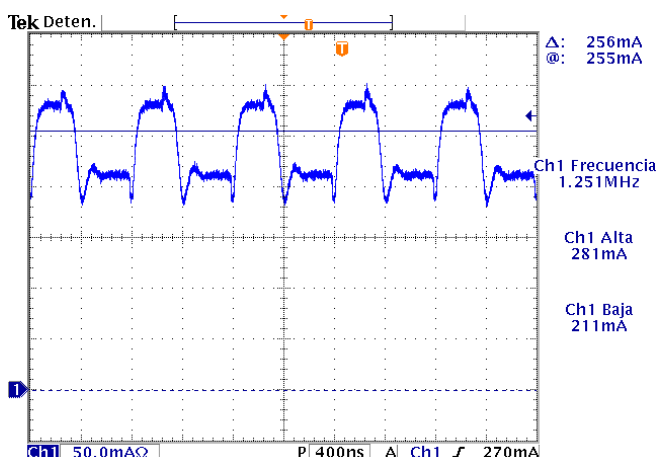


Fig. 19. Cambio de carga a 1.25 MHz de 211 mA a 281 mA.

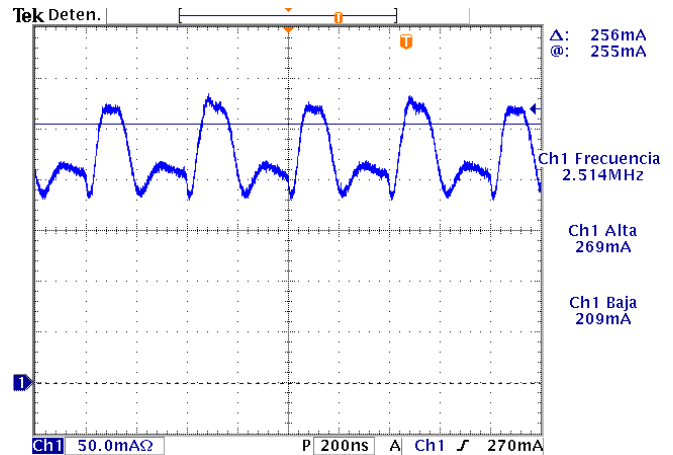


Fig. 20. Cambio de carga a 2.50 MHz de 209mA a 269mA.

Por último, cabe recalcar que a pesar de que las pruebas fueron realizadas a una frecuencia máxima de 2.5 MHz, esta no concuerda con la velocidad máxima lograda con el módulo de comunicación SPI, siendo 1.25 MHz los logrados con dicha comunicación, la manera de generar las ondas cuadradas en las pruebas anteriores fue directamente con los módulos CCP del microcontrolador con un ancho de pulso del 50% para cada prueba

#### IV. CONCLUSIONES

El convertidor reductor implementado tiene la respuesta esperada, siendo capaz de reducir el voltaje adecuadamente con una aproximación correcta para el voltaje de salida escogido de acuerdo a los parámetros y diseño de convertidor. Así mismo evidencio una alta eficiencia y formas de onda apropiadas. La etapa de cambio de carga añadida al convertidor reductor, produjo los cambios de corriente tal y como se deseaba, sin embargo, existía un límite de frecuencia de 1.25 MHz al utilizar comunicación, se intentó aumentar esta frecuencia sin embargo no fue posible. No obstante es una frecuencia bastante aceptable por lo que se realizó la prueba de traducción de bits a corriente de esta manera; los resultados de dicha prueba mostraron una traducción de bits a corriente aceptable.

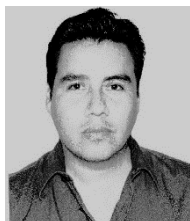
#### REFERENCIAS

- [1] Khare, M. A., Gupta, M. S., & Rathi, M. P. "A Review On Li-Fi: A New And Faster Way Of Communication". International Research Journal of Mathematics, Engineering and IT 3 (8), 1-9
- [2] V. M. de Albuquerque, G. M. Soares, J. M. Alonso and P. S. Almeida, "A Simple Resonant Switched-Capacitor LED Driver Employed as a Fast Pulse-Based Transmitter for VLC Applications," in IEEE Journal of Emerging and Selected Topics in Power Electronics, vol. 9, no. 1, pp. 111-122, Feb. 2021, doi: 10.1109/JESTPE.2020.2965505.
- [3] T. G. Kang, «IEEE 802.15.7. Regulation Document Configuration,» p. Spectrum Frequency, 2009.
- [4] Dimitrov, S., & Haas, H. (2015). Principles of LED Light Communications: Towards Networked Li-Fi. Cambridge: Cambridge University Press. doi:10.1017/CBO9781107278929
- [5] A. Wilkins, J. Veitch and B. Lehman, "LED lighting flicker and potential health concerns: IEEE standard PAR1789 update," 2010 IEEE Energy Conversion Congress and Exposition, Atlanta, GA, 2010, pp. 171-178.
- [6] Rajbhandari, Sujan ; Haigh , Paul ; Ghassemlooy , Zabih et al. / Wavelet-neural network VLC receiver in the presence of artificial light

- interference. In: IEEE Photonics Technology Letters. 2013 ; Vol. 25, No. 15. pp. 1424-1427 .
- [7] Souza, J.J., Stevan, S.L., Pompermaier, M.A., Matos, J.D., & Fonseca, Z.P. (2014). "Project Of A Communication System By Visible Light Communication (Vlc) Based On Led Lighting". Iberoamerican Journal of Applied Computing, 10.
- [8] Sebastian, J., Lamar, D.G., Aller, D.G., Rodriguez, J., Miaja, P.F., 2018a. On the role of power electronics in visible light communication. IEEE J. Emerg. Sel. Top. Power Electron. 6 (3), 1210-1223. <https://doi.org/10.1109/JESTPE.2018.2830878>
- [9] Rodriguez, J., Lamar, D.G., Miaja, P.F., Aller, D.G., Sebastian, J., 2019a. Power efficient VLC transmitter based on pulse-width modulated dc-dc converters and the split of the power. IEEE Trans. Power Electron. 34 (2), 1726-1743. <https://doi.org/10.1109/TPEL.2018.2830881>
- [10] Forkel, G.J.M., Hoehner, P.A., 2018. Constrained intensity superposition: A hardware-friendly modulation method. J. Lightwave Technol. 36 (3), 658-665.
- [11] Loose, F., Teixeira, L., Duarte, R.R., Dalla Costa, M.A., Barriquello, C.H., 2018. On the use of the intrinsic ripple of a buck converter for visible light communication in led drivers. IEEE J. Emerg. Sel. Top. Power Electron. 6 (3), 1235-1245.
- [12] F. H. Raab et al., "Power amplifiers and transmitters for RF and microwave," in IEEE Transactions on Microwave Theory and Techniques, vol. 50, no. 3, pp. 814826, Mar 2002.
- [13] P. F. Miaja, A. Rodríguez and J. Sebastián, "Buck-Derived Converters Based on Gallium Nitride Devices for Envelope Tracking Applications," in IEEE Transactions on Power Electronics, vol. 30, no. 4, pp. 2084-2095, April 2015
- [14] Erickson RW (2000) Switch realization. In: Fundamentals of power electronics, 2nd edn. Secaucus, Kluwer Academic Publishers, New York. Boston.

**GILBERTO MUÑOZ MORENO** El Dr. Gilberto Muñoz Moreno nació en Salamanca, Gto., México. Obtuvo el grado de Licenciatura como Ingeniero en Comunicaciones y Electrónica en el año de 1996 y el grado de Maestría en Ingeniería Eléctrica con especialidad en Instrumentación y Sistemas Digitales en el año 2004, ambos en Facultad de Ingeniería Mecánica, Eléctrica y Electrónica de la Universidad de Guanajuato, campus Irapuato-Salamanca. Obtuvo el grado de Doctor en el Centro de Investigaciones en Óptica, A. C., en 2015. En el presente se encuentra adscrito a la Instituto Tecnológico Superior de Irapuato (ITESI). Sus áreas de interés dentro de la investigación son procesamiento digital de señales; pruebas ópticas no destructivas, empleando Interferometría Electrónica de Patrones de Moteado, Tomografía de Coherencia Óptica; aplicación de FPGA al procesamiento de señales

## BIOGRAFÍAS

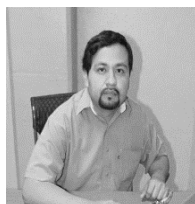


**MARIO ALBERTO JUAREZ BALDERAS** El Dr. Mario Alberto Juárez Balderas tiene el título de Ingeniero en Electrónica por parte del Instituto Tecnológico de Celaya. Tiene la Maestría en 2004 y un Doctorado en Ciencias en Ingeniería Electrónica con especialidad en Electrónica de Potencia por parte del Centro Nacional de Investigación y Desarrollo Tecnológico en el 2011, sus áreas de interés son: Sistemas de Iluminación electrónica

para lámparas HID y de estado sólido, Modelado de lámparas de descarga y LED, confiabilidad en sistemas de iluminación de estado sólido (LED).



**OMAR NAVARRTE VALADES** El Ing. Omar Navarrete trabajó para Danone de marzo 2019 a octubre de 2019, del 2019 al 2022 fue programador de PLC en BOS Automotive Products, Inc. Del 2022 a la fecha trabaja para Vitesco Technologies.



**ADOLFO RAFAEL LÓPEZ NÚÑEZ** El Dr. Adolfo Rafael López Núñez nació en Valle de Santiago, Gto., México en 1985. Obtuvo el grado de Licenciatura como Ingeniero en Electrónica en el Instituto Tecnológico de Celaya en el 2008, el grado de Maestro en Ciencias en Ingeniería Electrónica por el Instituto Tecnológico de Celaya en el 2011 y el grado de Doctor en

Ciencias en Ingeniería Electrónica en el Centro Nacional de Investigación y Desarrollo Tecnológico (CENIDET) en el 2017. Actualmente el Dr. Adolfo Rafael López Núñez se encuentra adscrito al Instituto Tecnológico Superior de Irapuato como profesor de tiempo completo.