

Switch Inteligente de Energías Renovables

1^{er} Romero Belmonte
Instituto TECNM Tecnológico Nacional de México
Tecnológico de Estudios Superiores de Chalco
Ingeniería Electrónica, Edo. México
jesus_rb@tesch.edu.mx

2^{do} Flores García,
Instituto TECNM Tecnológico Nacional de México.
Tecnológico de Estudios Superiores de Chalco
Ingeniería Electrónica, Edo. México.
mitzet_fg@tesch.edu.mx

3^{ro} Pineda Bastida
Instituto TECNM Tecnológico Nacional de México
Tecnológico de Estudios Superiores de Chalco
Ingeniería Electrónica, Edo. México
betuel_pb@tesch.edu.mx

4^o Enriquez Nieves
Instituto TECNM Tecnológico Nacional de México
Tecnológico de Estudios Superiores de Chalco
Ingeniería Electrónica, Edo. México
gabriela_en@tesch.edu.mx

5^o Villaseñor Chávez,
Universidad Rosario C. Gral.
Azcapotzalco, Ciudad de México, CDMX
daniel.vcd88@gmail.com

6^o Santiago Amaya
Instituto TECNM Tecnológico Nacional de México
Tecnológico de Estudios Superiores de Chalco
Ingeniería Electrónica, Edo. México.
jorge_sa@tesch.edu.mx

RESUMEN —En el presente trabajo se propone un dispositivo que permita garantizar la energía eléctrica de uno o varios servidores. Esto a través de un interruptor automatizado. Este dispositivo consta de dos fuentes de alimentación, es decir, de corriente eléctrica alterna suministrada por un proveedor y otra de un inversor energizado por bancos de baterías. La salida de este módulo se define por una señal constante senoidal a 120 volts y 60 Hercios (Hz).

La automatización propuesta está caracterizada por un algoritmo que gestiona diversas señales digitales para el cambio de los tipos de energía suministrada y que está monitoreado a través de voltajes alternos recibidos de la corriente del proveedor.

Palabras clave — celdas fotovoltaicas, energía renovable, inversor, cruce por cero.

INTRODUCCIÓN—La demanda de energía eléctrica en las ciudades y principalmente en la industria se ha incrementado en las últimas décadas [1-4]. Esto debido al aumento exponencial de la población a nivel mundial causado por una mejor calidad de vida en nuestra sociedad, este efecto es evocado por las revoluciones industriales que se han presentado en el último siglo [1-4], desde la invención del motor a vapor hasta la automatización de la industria, han proporcionado a la humanidad una mayor interconectividad y por ende un desarrollo tecnológico acelerador [5]. Esta afirmación la podemos comprobar en la creación de diversas vacunas propuestas durante la pandemia causada por el covid-19 y que en menos de dos años las naciones obtuvieron vacunas seguras para disminuir los contagios de este virus en los años venideros.

La interconectividad de la humanidad acelerada se ha podido realizar por los avances en las redes de computadores, del cual, la principal arquitectura diseñada en estos se define por las peticiones de ordenadores “cliente” y las respuestas de otros mismos “servidores” [6]. Esta característica genera una debilidad en la estructura de estas comunicaciones, pues los servidores al dar respuesta en cualquier momento, estos deben de ser energizados sin interrupciones durante el tiempo de vida de estos

dispositivos. Existen varias soluciones para dar respuesta a este problema, desde dispositivos que proporcionan energía durante un tiempo aunque el suministro este discontinuado hasta generadores eléctricos alimentado por diésel [7-11], sin embargo, en la bibliografía no se ha encontrado a la fecha de este escrito un dispositivo que pueda combinar dos fuentes de alimentación eléctricas, una suministrada por energías renovables y otra por un proveedor externo con la finalidad de mantener energías estables para el correcto funcionamiento de servidores sin interrupciones.

II. OBJETIVO

Proponer un circuito que evoque nuevos desarrollos en la energización continua de servidores que garantice una interconectividad sin interrupciones por falta de energía eléctrica.

III. METODOLOGÍA

El circuito eléctrico consta de tres principales partes, ver figura 1, la primera detecta la energía eléctrica proveniente del proveedor que suministra la corriente alterna por medio de un circuito cruce por cero, como se observa en la figura 2. La adquisición de la señal de este es monitoreada por un convertidor analógico digital insertada en un microcontrolador para gestionar el interruptor (parte 2), este está constituido por dos relevadores y dos TRIAC's, ver fig. 3 inciso a y b, mismo que en conjunto con la parte de control de potencia, realizan el cambio de corriente alterna del proveedor (fig. 3 incisos c y d, etiqueta C.A.P1 y C.A.P2) a la de energía renovable (fig. 3 incisos a y b, etiqueta C.A.A1 y C.A.A2) hacia el suministro energético del servidor (fig. 3 incisos a y b, etiqueta C.A.S1 y C.A.S2) (parte 3). El control del dispositivo fuere realizado por el algoritmo mostrado en la fig. 4 insertado en el microcontrolador.

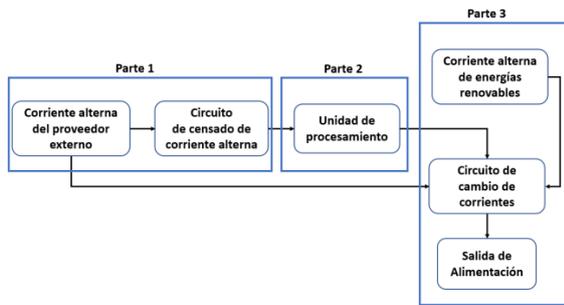


Fig. 1—Diagrama a bloques para el cambio controlado de corriente alterna.

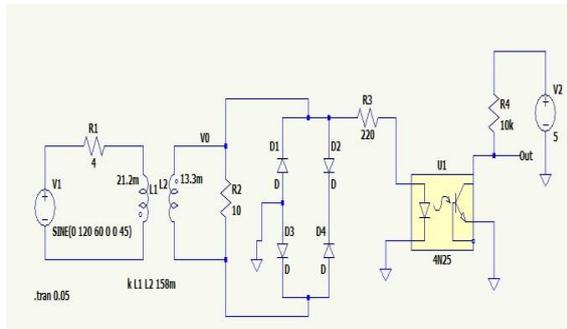


Fig. 2—Diagrama de cruce por cero simulado en TlSpace. La salida de este circuito es conectada a un convertidor analógico digital integrado en el microcontrolador.

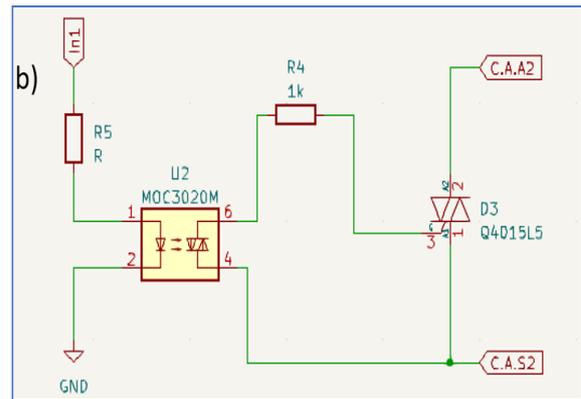
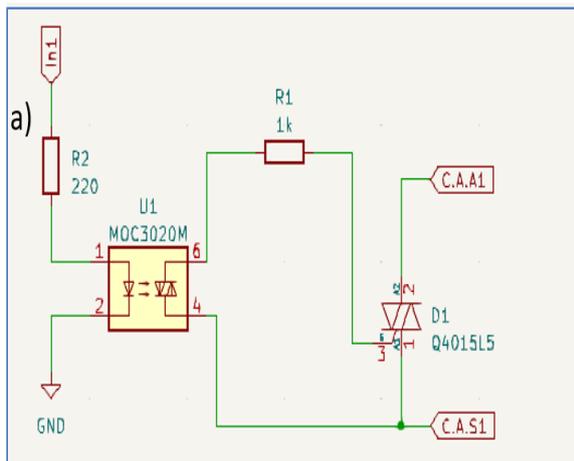


Fig. 3— incisos a y b, Diagrama de control realizar el intercambio de corriente alterna para alimentar el servidor. Control de baja potencia para alimentar el servidor con energía renovable.

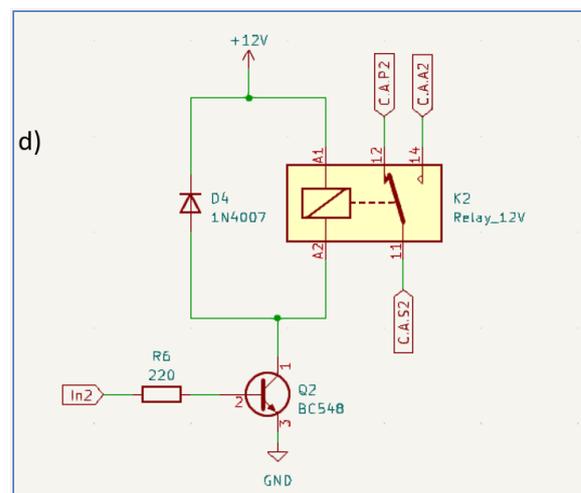
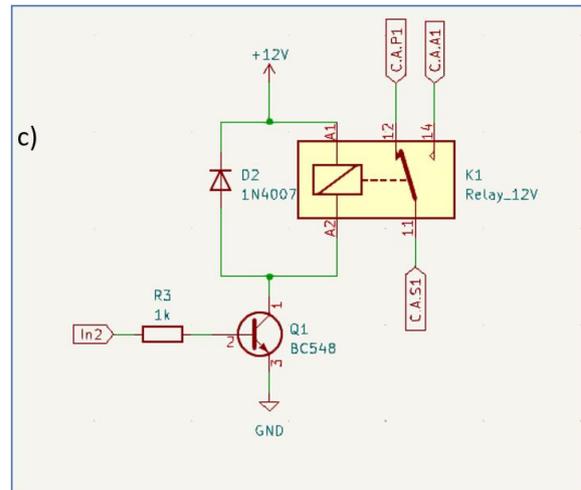


Fig. 3— incisos c y d. Control de alta potencia para alternar las diferentes corrientes (energía renovable o energía del proveedor).

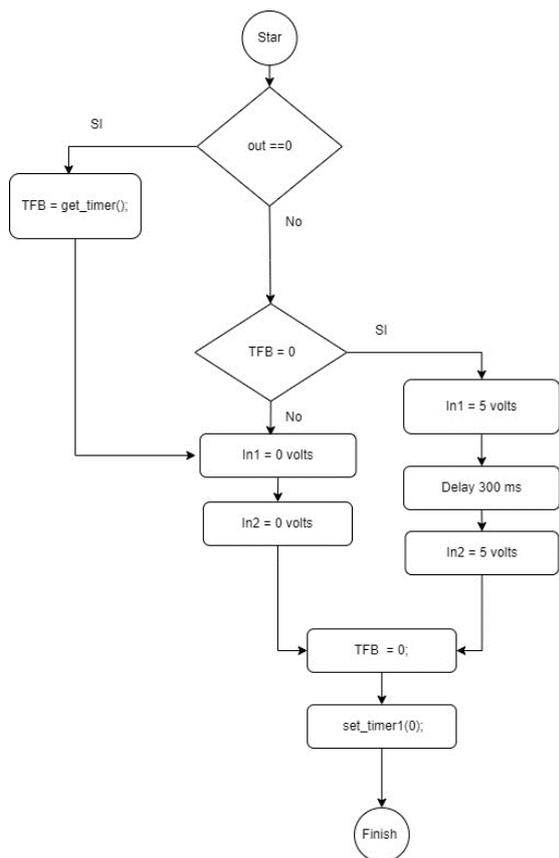


Fig. 4— Algoritmo propuesto para el control de la señal codificado en C ++

Este algoritmo monitorea la salida del diagrama de la figura 2, el valor a cero de esta salida, indica que la señal senoidal existe, por lo tanto, el microcontrolador realizará un conteo de tiempo de la señal existente y mantendrá los relevadores cerrados dejando circular la corriente alterna suministrada por el proveedor. Cada evaluación de la señal borrará el conteo del tiempo para monitorear la existencia de la corriente alterna. Si esta corriente desaparece, el microcontrolador verificará el contador de tiempo, si es cero, activará los TRIAC's y posteriormente los relevadores. Estos mismos se desactivarán hasta que el contador tenga un valor evocado por la señal generada del circuito de la figura 2 por la corriente alterna del proveedor.

IV. RESULTADOS

Se realizó la simulación del circuito cruce por cero de la figura 2 en LTSpace, ver figura 5, donde se muestra el estado bajo de la salida cuando existe un voltaje en la señal alterna, y un pulso alto cuando no la hay, una vez realizadas las pruebas en simulación, se procedió a verificar los circuitos de la figura 2 y 3 (incisos a, b, c y d) en protoboard.

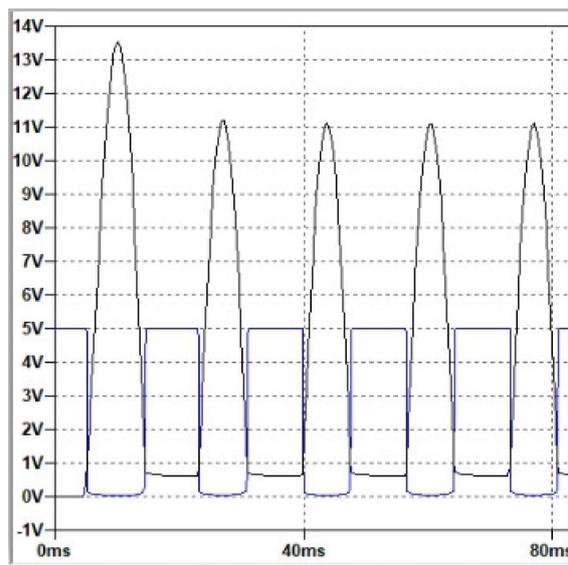


Fig. 5— Respuesta del voltaje del diagrama de la fig. 2. Una vez verificado el correcto funcionamiento del circuito propuesto, se diseñó y fabricó la PCB en Proteus versión 7.0, ver fig. 6 incisos a y b, respectivamente, este circuito fue analizado con el osciloscopio tekroinx de 100 Mhz [12].

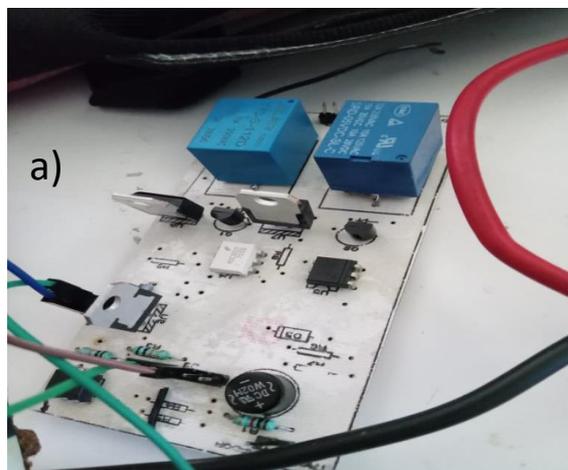


Fig. 6a— PCB fabricada en laboratorio. Circuito electrónico en placa fenólica.

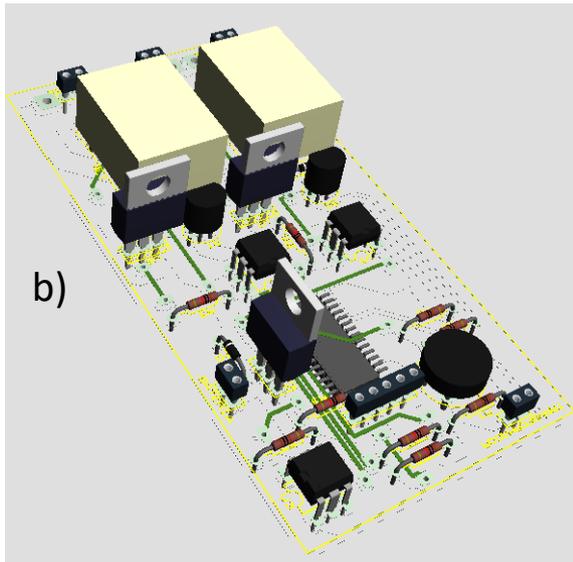


Fig. 6b— PCB diseñado en Proteus. Circuito electrónico en placa en 3D del interruptor propuesto.

En la respuesta de la señal del cruce por cero, se observa en las figuras 7a y 7b, en estas se identifica un tren de pulsos al doble de la señal de la corriente alterna evocada por el puente rectificador de diodos del diagrama de la figura 2.

El circuito electrónico se implementó en un servidor PHP a 16Gb en RAM y Disco duro de 250Gb, SO Linux server, alimentado por dos fuentes de poder cuyo control de energía del servidor es llevado a cabo por el circuito electrónico inteligente propuesto en el presente trabajo. La instalación de este dispositivo se observa en la fig. 8a y 8b.

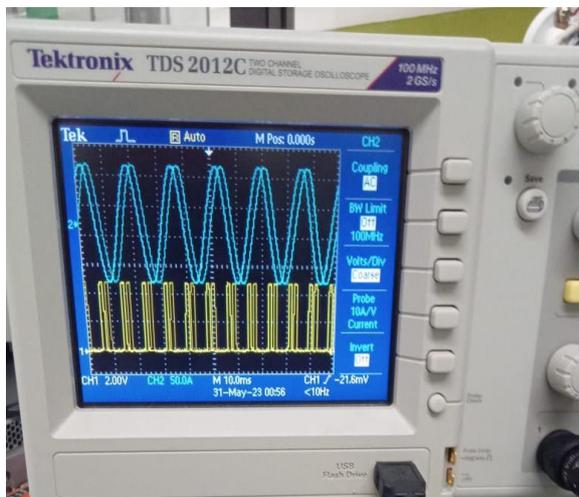


Fig. 7a— Respuesta del opto acoplador con respecto a la señal alterna. Comparación de la corriente alterna y el cruce por cero.

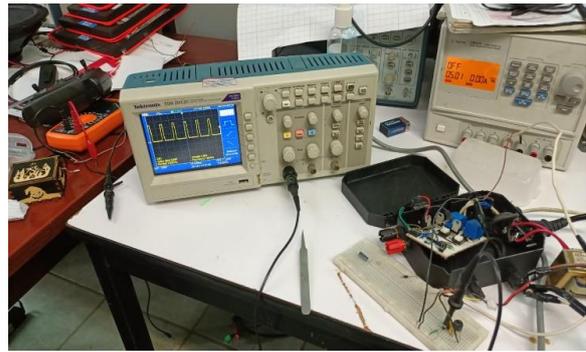


Fig. 7b— Respuesta del optoacoplador con respecto a la señal alterna, señal del cruce por cero a 120 Hz a 5 volts.

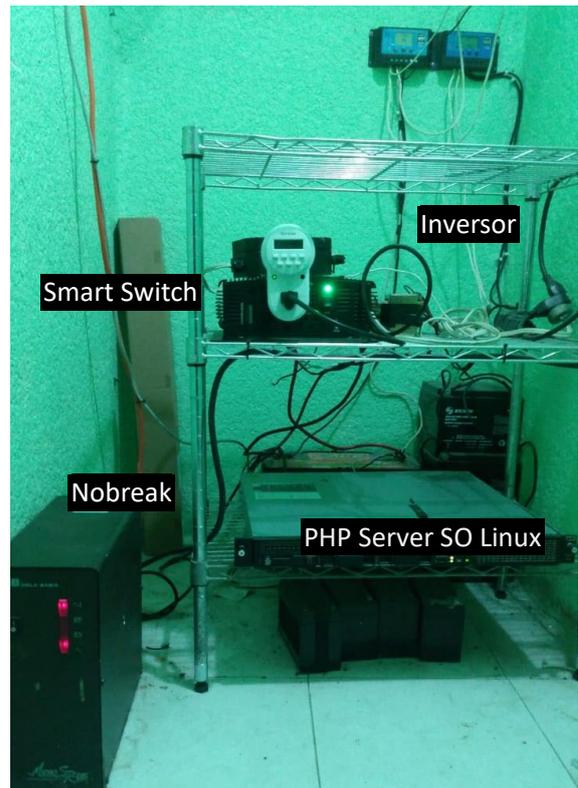


Fig. 8a— Instalación del circuito electrónico propuesto en el presente trabajo con servidor PHP SO Linux server, suministrado por la empresa SYS-DT S.A de C.V.



Fig. 8b— Diseño y construcción del circuito electrónico propuesto.

V. CONCLUSIONES

La implementación del circuito cruce por cero demostró ser una herramienta útil en el monitoreo y control de las señales alternas para suministrar energía a servidores. Este dispositivo propuesto en el presente trabajo demuestra que es posible combinar varias energías de diferentes fuentes para mantener energizado a un sistema de manera constante. Aunque se manifestó que el sistema es funcional en la práctica, es necesario estudiar y desarrollar más esta tecnología, tanto en potencia como en el monitoreo de la señal alterna, así como también en el algoritmo propuesto.

VI. DISCUSIÓN

Esta propuesta que se realiza en el presente trabajo abre la posibilidad de desarrollar dispositivos integradores que puedan unir varias energías, como la de diferentes proveedores y energías renovables ya sea provenientes sol, viento u otras, con la finalidad de garantizar la energización en lugares críticos como hospitales o bancos, por mencionar algunos. Aunque se tiene solo el desarrollo de un prototipo se pretende mejorar el mismo, para tener una mejor recepción de la señal alterna de tal forma que la señal senoidal resultante no se vea afectada por el cambio de energías de un punto a otro.

Otra característica relevante de este desarrollo además de ser implementado en lugares críticos es la forma de contribuir a la disminución de gases de efectos de invernadero, pues con futuros desarrollos basados en el presente trabajo, estos se

podrían implementar en lugares domésticos y fabricas que utilicen energías renovables, donde solo podrían utilizar corriente alterna externa cuando sea necesario, con la finalidad de maximizar las fuentes que no produzcan contaminación en el medio ambiente.

- [1] Energy efficiency evaluation, technology gap ratio, and determinants of energy productivity change in developed and developing G20 economies: DEA super-SBM and MLI approaches. 2024, Gondwana Research.
- [2] Unveiling the interconnectedness between energy-related GHGs and pro-environmental energy technology: Lessons from G-7 economies with MMQR approach. 2023, Energy
- [3] Impact of new energy demonstration city policy on energy efficiency: Evidence from China. 2023, Journal of Cleaner Production.
- [4] Reflections on COP27: How do technological innovations and economic freedom affect environmental quality in Africa?. 2023, Technological Forecasting and Social Change
- [5] Cambridge University Pres, Cambridge, New York, Melbourne, Madrid, Cape Town, Singapore. Published in the United States of America by Cambridge University Press, New York. ISBN 978-1-108-01228-7 Paperback.
- [6] Redes Cisco, Guía de estudio para la certificación CCNA Routing y Switching. Ernesto Ariganello RA-MA
- [7] H. J. White, Industrial Electrostatic Precipitation, MA, Reading: Addison-Wesley, 1963.
- [8] G. A. Kallio and D. E. Stock, "Computation of electrical conditions inside wire-duct electrostatic precipitators using a combined finite-element finitedifference technique", J. Appl. Phys., vol. 59, no. 6, pp. 1799-1806, Mar. 1986.
- [9] S. Cristina and M. Feliziani, "Calculation of ionized field in DC electrostatic precipitators in the presence of dust and electric wind", IEEE Trans. Ind. Applcat., vol. 31, pp. 1446-1451, Nov./Dec. 1995.
- [10] D.M. Rowe, Thermoelectrics, an environmentally-friendly source of electrical power, Renewable Energy, Volume 16, Issues 1-4, 1999, Pages 1251-1256, ISSN 0960-1481, [https://doi.org/10.1016/S0960-1481\(98\)00512-6](https://doi.org/10.1016/S0960-1481(98)00512-6).
- [11] Roberto G. Pereira, Cesar D. Oliveira, Jorge L. Oliveira, Paulo Cesar P. Oliveira, Carlos E. Fellows, Oscar E. Piamba, Exhaust emissions and electric energy generation in a stationary engine using blends of diesel and soybean biodiesel, Renewable Energy, Volume 32, Issue 14, 2007, Pages 2453-2460, ISSN 0960-1481, <https://doi.org/10.1016/j.renene.2006.05.007>.
- [12] Thomas Montoya, James Free, Jake Gunderson, John Preheim, Tektronix TDS 2012, Digital Storage-Oscilloscope. http://montoya.sdsmt.edu/ee220/handouts/tds2012_oscilloscope_guide.pdf