



RENIECYT - LATINDEX - Research Gate - DULCINEA - CLASE - Sudoc - HISPANA - SHERPA UNIVERSIA - E-Revistas - Google Scholar  
DOI - REDIB - Mendeley - DIALNET - ROAD - ORCID

**Title:** Medidor bidireccional trifásico interconectado a la red con monitoreo de la generación de energía eléctrica del conjunto panel-microinversor.

**Authors:** HERNÁNDEZ-AGUIRRE, Fredy Alberto, TÁNORI-RUIZ, Víctor Alfonso, ORRANTE-SAKANASSI, Jorge Alberto y VÁZQUEZ-PALMA, Martín Gustavo.

Editorial label ECORFAN: 607-8695

BCIERMMI Control Number: 2019-106

BCIERMMI Classification (2019): 241019-106

Pages: 10

RNA: 03-2010-032610115700-14

**ECORFAN-México, S.C.**

143 – 50 Itzopan Street

La Florida, Ecatepec Municipality

Mexico State, 55120 Zipcode

Phone: +52 1 55 6159 2296

Skype: ecorfan-mexico.s.c.

E-mail: contacto@ecorfan.org

Facebook: ECORFAN-México S. C.

Twitter: @EcorfanC

[www.ecorfan.org](http://www.ecorfan.org)

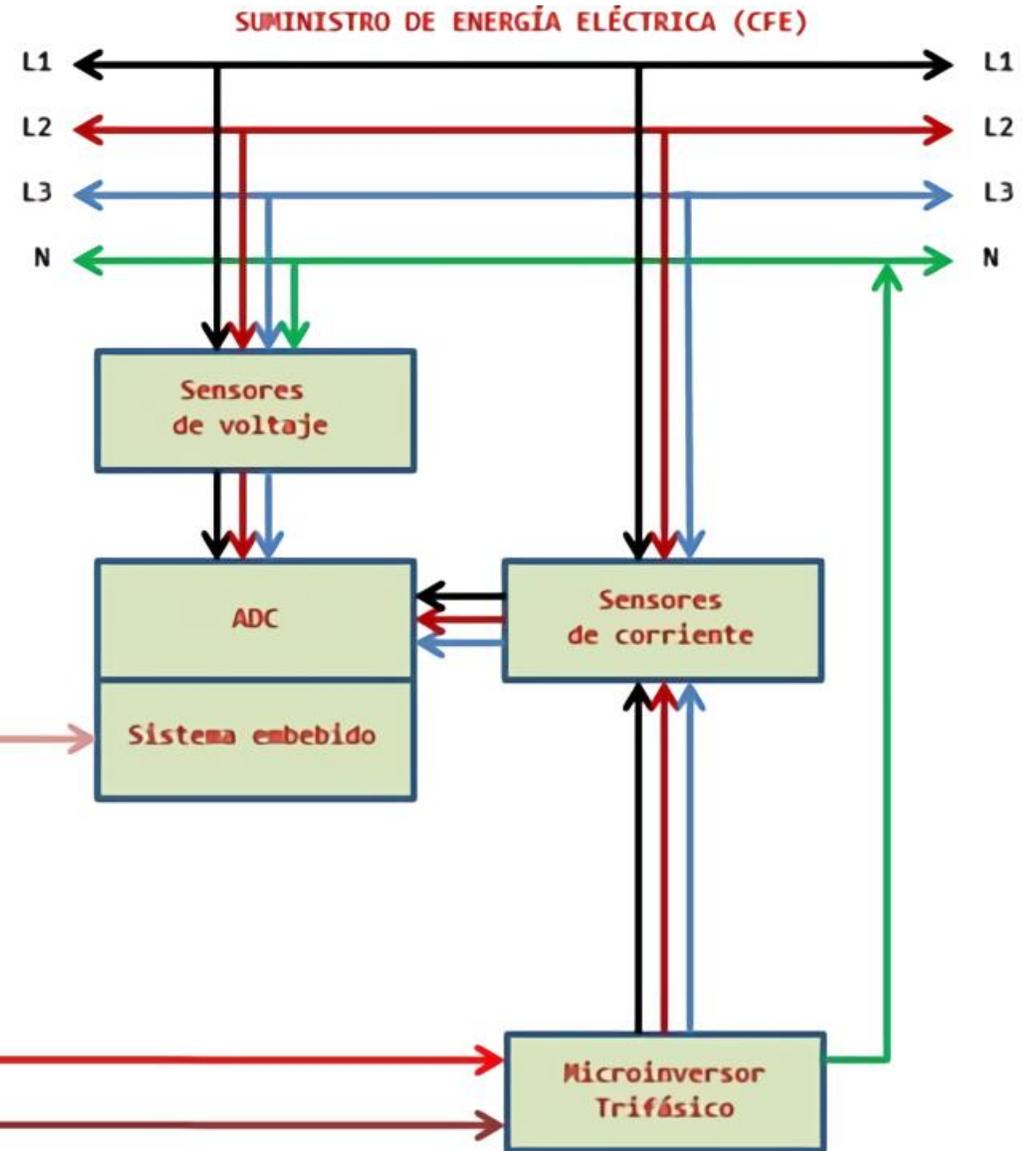
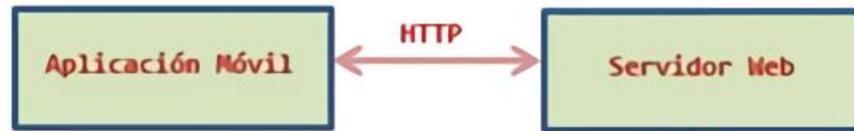
**Holdings**

Mexico	Colombia	Guatemala
Bolivia	Cameroon	Democratic
Spain	El Salvador	Republic
Ecuador	Taiwan	of Congo
Peru	Paraguay	Nicaragua

# Introducción

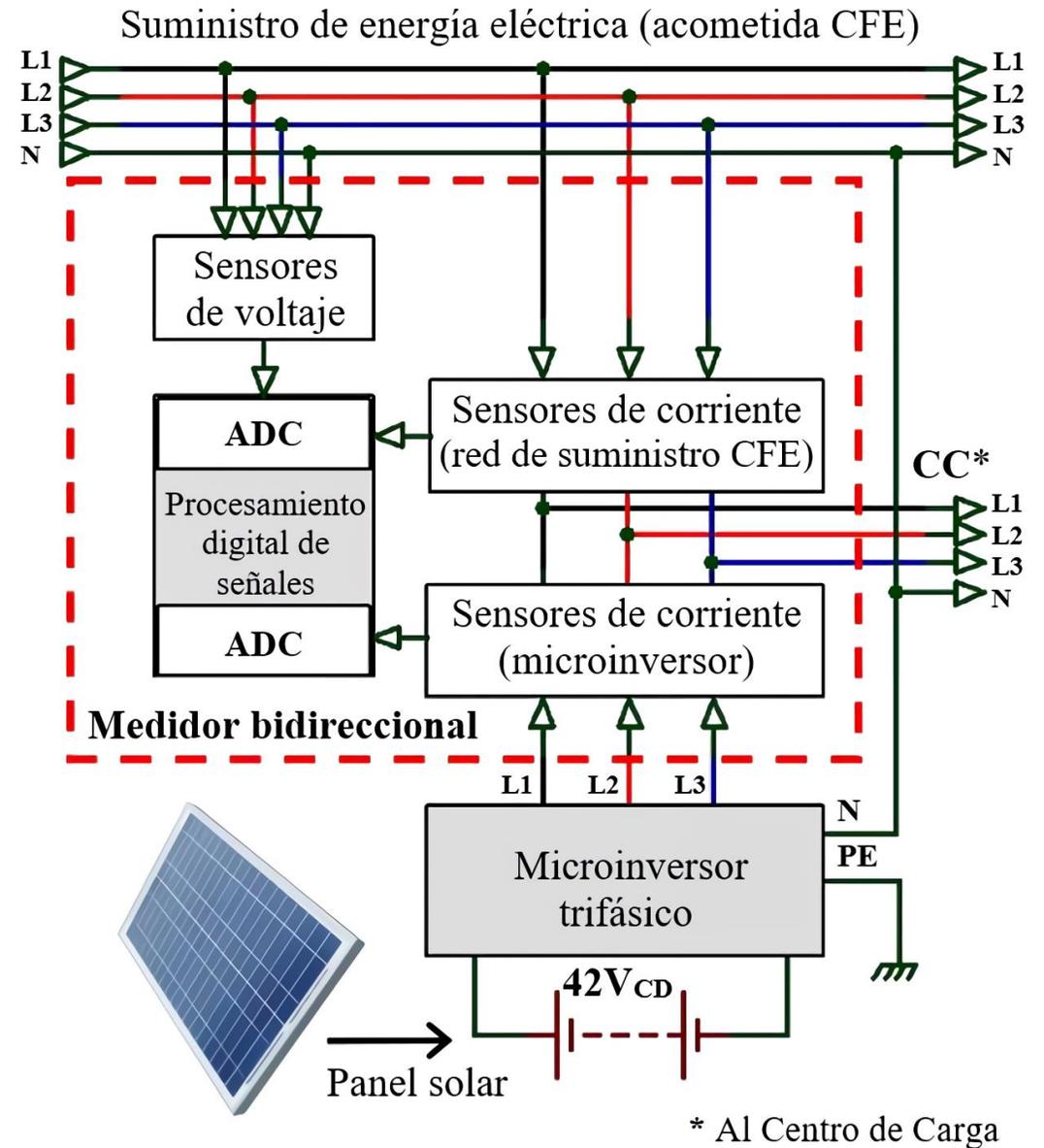
## Objetivo:

Diseñar un medidor bidireccional trifásico para el monitoreo inalámbrico de voltaje y corriente en un sistema fotovoltaico interconectado a la red con la capacidad de cálculo del consumo energético (kWh) neto en la carga.



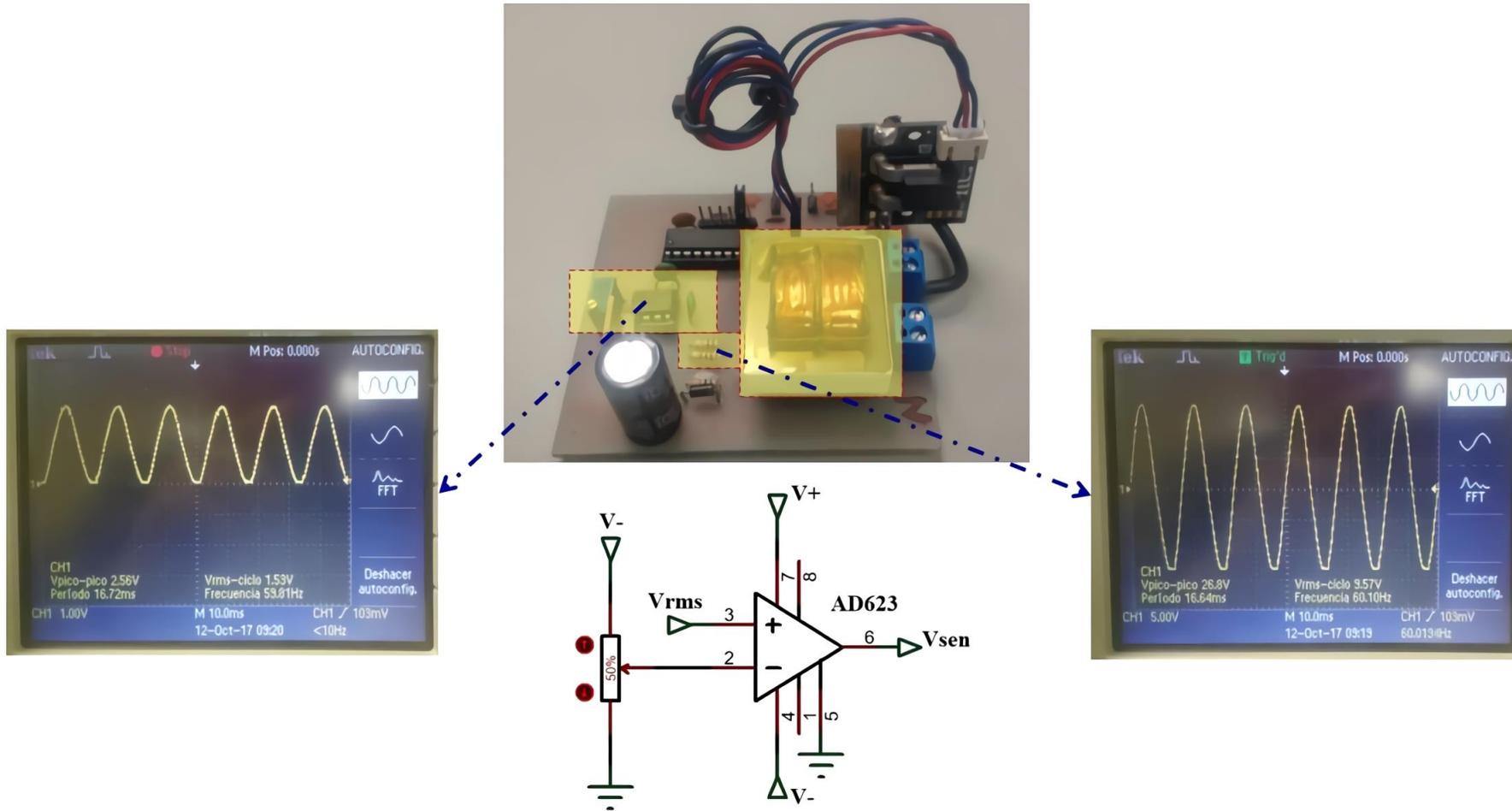
# Metodología

- Diseño de circuitos electrónicos para caracterización y acondicionamiento de señal.
- Conversión analógica-digital por protocolo SPI.
- Desarrollo de firmware en programación Python para plataforma Raspberry Pi 3.
- Comunicación inalámbrica con módulo WiFi para visualización de las mediciones.



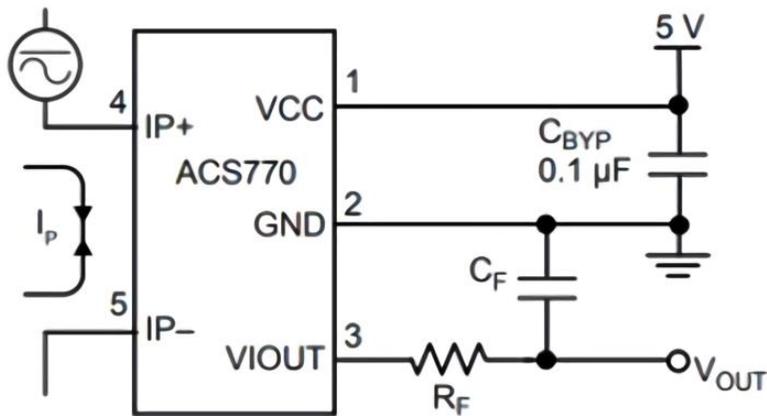
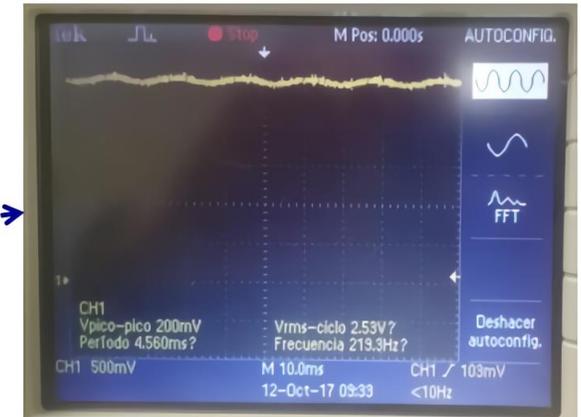
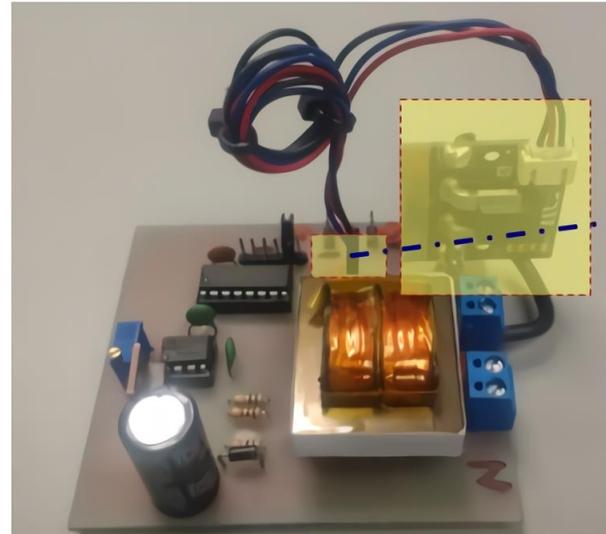
# Metodología

## Sensor de voltaje: Acondicionamiento de señal



# Metodología

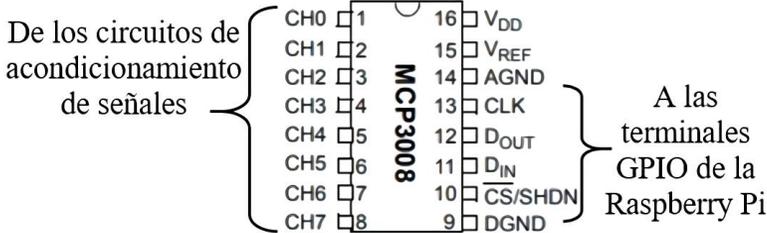
## Sensor de corriente ACS770LCB-050B



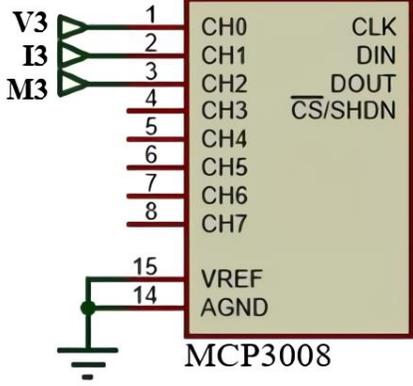
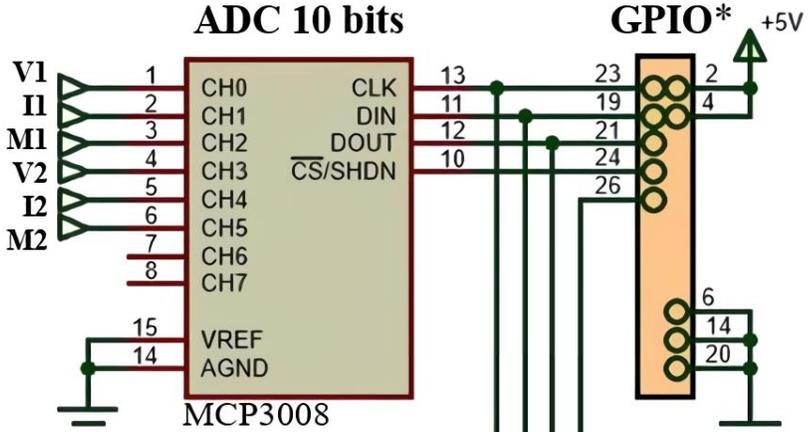
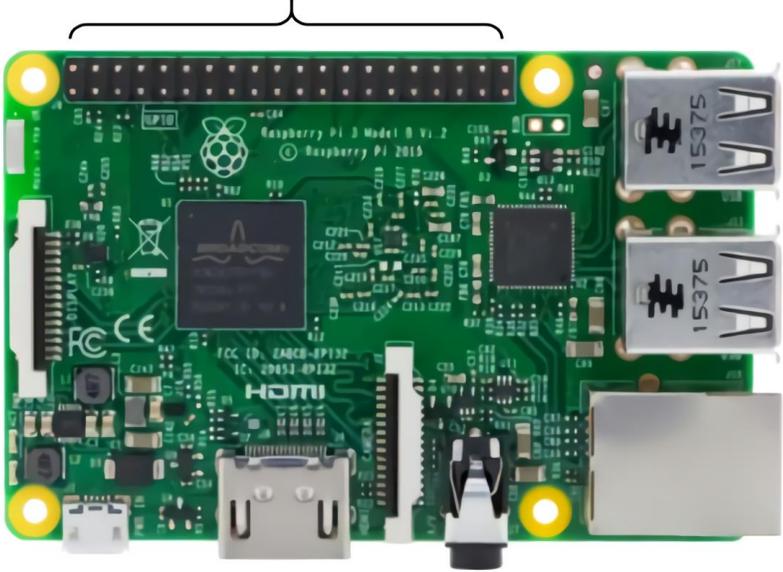
- Voltaje de alimentación: 4.5 a 5.5 V<sub>CD</sub>.
- Voltaje de salida directamente proporcional a la corriente en la carga. Sensibilidad típica: 40mV/A.
- Corriente máxima: ±50A<sub>p</sub>.
- Voltaje de salida para corriente nula: 2.5V<sub>CD</sub>.

# Metodología

## Adquisición de datos y procesamiento digital de señales



GPIO: *General Purpose Input Output*



- \* GPIO:**
- Pin 19: GPIO 10 (MOSI)
  - Pin 21: GPIO 9 (MISO)
  - Pin 23: GPIO 11 (SCLK)
  - Pin 24: GPIO 8 (CE0)
  - Pin 26: GPIO 7 (CE1)

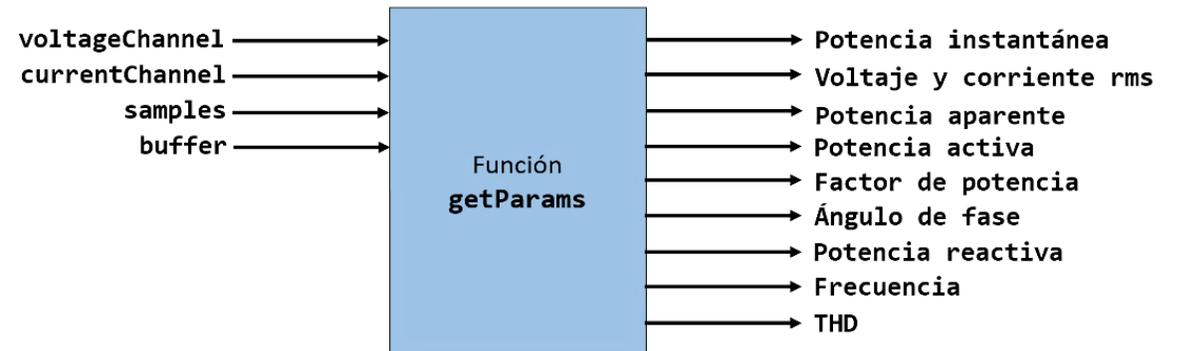
# Metodología

## Algoritmo para la adquisición de datos y cálculo de parámetros



```
def data(voltageChannel, currentChannel, samples):
```

Muestra	voltageWindow	currentWindow
1	1.34 Volts	1.11 Amps
2	2.45 Volts	0.34 Amps
...	...	...
...	...	...
samples	15.35 Volts	1.24 Amps



```
def getParams(voltageChannel, currentChannel, samples, buffer):
```

**Energía neta (kwh):**

energy = 0

delta = 0

energy = realPower \* delta / 3600000.0 + energy

# Resultados

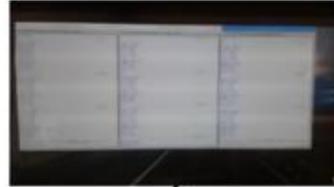
## Interconexión y monitoreo



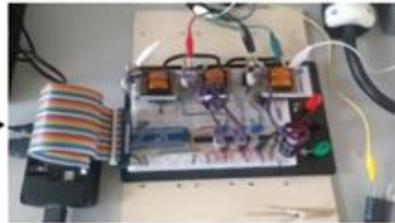
Panel solar  
Generación de energía



Microinversor  
trifásico



Monitoreo



Interfaz de comunicación  
(acondicionamiento de señal)

Panel solar: 300W, 35V<sub>CD</sub>, 8.17A

Microinversor trifásico: 900W, 120/208V<sub>rms</sub>, 2.5A



Red de suministro (CFE)

Raspberry Pi

Circuitos para el  
acondicionamiento de  
señal

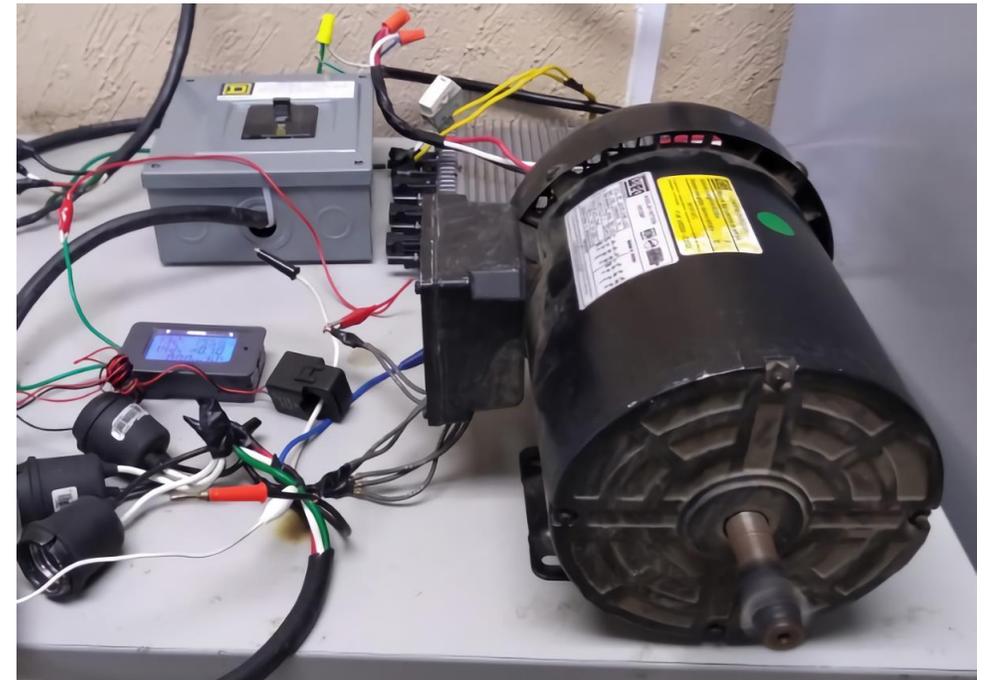
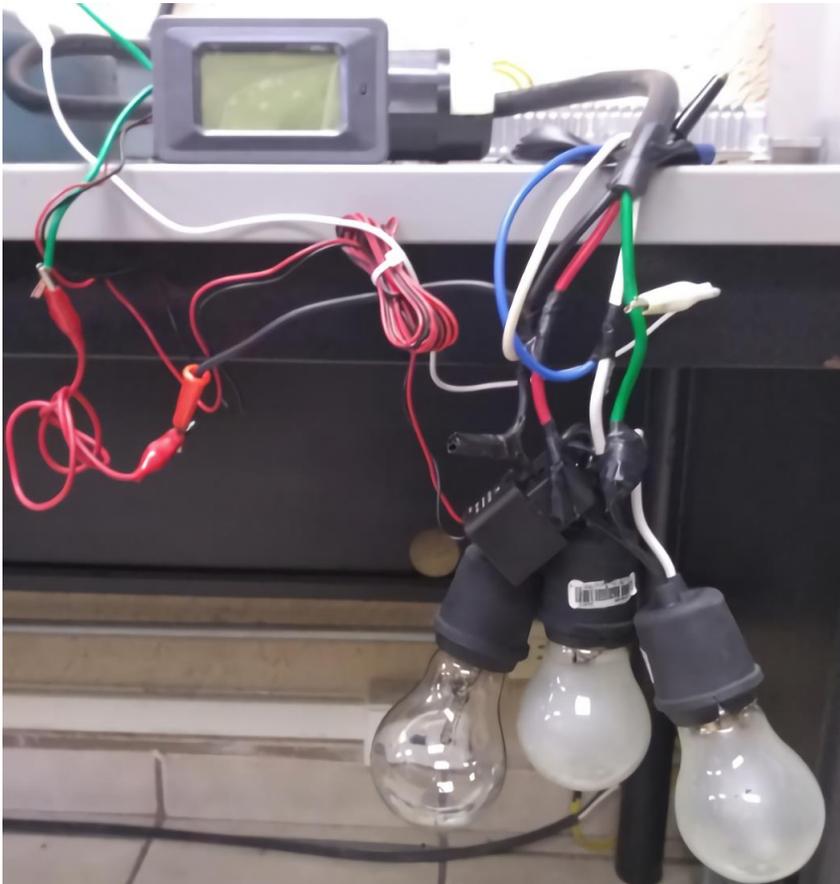
Carga  
monofásica

# Resultados

## Pruebas con Medidor bidireccional



----- Linea 2 -----  
Vrms: 131.995623  
P: 55.501332  
S: 191.383418  
Angulo: 73.142000  
Q: 183.158987  
Irms: 1.449922  
F.P: 0.290001  
F: 60.000000



# Conclusiones

## Medidor bidireccional trifásico

- IoT para el desarrollo tecnológico en sistemas alternativos para generación de energía eléctrica.
- Cálculo del costo neto (kWh) considerando la energía generada por el SF.
- Medidor bidireccional monofásico y trifásico con precisión comparativa con medidores comerciales.
- Desarrollo tecnológico: avance científico en el diseño y aplicación de nuevas tecnologías para la generación y gestión de energías renovables.
- Principal aportación:
  - ✓ Diseño circuitos electrónicos para para el acondicionamiento de señal, voltaje y corriente rms.
  - ✓ Código desarrollado en lenguaje Python para el cálculo de los parámetros eléctricos y su visualización en la pantalla de una computadora o aplicación móvil a través de comunicación WiFi (*Wireless Fidelity*).
  - ✓ Aplicación móvil.

# Referencias

1. C. d. E. S. y. d. O. Pública, Energías renovables: evolución y objetivos en Estados Unidos y México, Cámara de diputados, 2016.
2. Solarcentury, Energía Solar, Estado Actual y Perspectivas, Solarcentury, 2015.
3. Prospectivas del Sector Eléctrico 2012-2026, Secretaría de Energía, México 2012.
4. Caicedo Gómez, S. (2019). Estudio técnico de un sistema fotovoltaico para la generación de energía eléctrica en la Universidad Piloto de Colombia como caso de estudio.
5. Lubo, U. D. (2019). Cargos de respaldo por uso de la red eléctrica en el costo unitario de energía distribuida: desafíos y oportunidades para la planificación. *Revista UIS Ingenierías*, 18(3), 67- 74.
6. H. Zhang, H-Bridge micro inverter grid-connected device. Estados Unidos Patente US20130242617 A1, 19 09 2013.
7. M. Fornage, Serially connected micro-inverter system having concertina output voltage control. Estados Unidos Patente US 20140084695 A1, 27 03 2014.
8. S. Collin, «Single chip grid connected solar micro inverter». Estados Unidos Patente US 2014 0112041 A1, 24 04 2014.
9. <http://calefaccion-solar.com/beneficios-de-un-medidor-bidireccional.html> (Consulta: 18 de septiembre de 2019).
10. <https://www.analog.com/en/products/ad623.html#product-overview> (Consulta: 20 de septiembre de 2019).



**ECORFAN®**

© ECORFAN-Mexico, S.C.

No part of this document covered by the Federal Copyright Law may be reproduced, transmitted or used in any form or medium, whether graphic, electronic or mechanical, including but not limited to the following: Citations in articles and comments Bibliographical, compilation of radio or electronic journalistic data. For the effects of articles 13, 162,163 fraction I, 164 fraction I, 168, 169,209 fraction III and other relative of the Federal Law of Copyright. Violations: Be forced to prosecute under Mexican copyright law. The use of general descriptive names, registered names, trademarks, in this publication do not imply, uniformly in the absence of a specific statement, that such names are exempt from the relevant protector in laws and regulations of Mexico and therefore free for General use of the international scientific community. BCIERMMI is part of the media of ECORFAN-Mexico, S.C., E: 94-443.F: 008- ([www.ecorfan.org/](http://www.ecorfan.org/) booklets)