

# SMART METER DE ENERGÍA RF CON REPORTE MySQL Y CONTROL

Politi Marcos (i), Garcia M.V. (ii), Politi Mariano (i), Delgado A. (i)  
(i) INTI Energías Renovables, (ii) UTN FRBA  
mpoliti@inti.gov.ar

## Introducción

En el presente trabajo se desarrolla un prototipo para la medición remota de energía y control a distancia para su futuro uso en ensayos de módulos fotovoltaicos. Fue ideado como un smart meter para poder ser asociado a redes inteligentes de distribución.

El desarrollo se realizó en el marco del Convenio de Prácticas Profesionales Supervisadas celebrado entre el INTI y la Universidad Tecnológica Nacional Facultad Regional Buenos Aires.

## Objetivo

Desarrollar, diseñar y fabricar un prototipo que permita el monitoreo remoto de energía, el control a distancia del sistema adquisidor, y el reporte a una base de datos MySQL.

## Descripción

El trabajo a desarrollar se dividió en tres etapas bien diferenciadas entre sí aunque vinculadas de manera troncal, las cuales se citan a continuación: estudio y análisis del sistema a desarrollar, diseño y armado de prototipo de hardware, desarrollo de software de los distintos módulos del sistema.

Los microcontroladores que se utilizaron para el desarrollo y puesta en marcha de este sistema son de la compañía Arduino, principalmente por ser open-hardware y open-source, y fácilmente adquiribles por su disponibilidad en el mercado y su precio sumamente accesible.

## Estudio y análisis del sistema a desarrollar

Partiendo de la premisa del desarrollo de un sistema de medición remota, se comenzó investigando las distintas formas de comunicación inalámbrica pero sin perder de vista la necesidad de un alcance de aproximadamente 100 metros, debido a la distancia entre el sistema adquisidor y el receptor. Se optó por la utilización de un módulo transceptor NRF24L01, el cual no solo incluye un adaptador de antena sino que también lleva integrado un amplificador de señal, con lo que la distancia útil de transmisión puede llegar hasta 150 metros.

Como hoy en día resulta muy importante disponer de la información en tiempo real, se desarrolló una página web para poder visualizar los parámetros de interés de todos los módulos bajo estudio. Para llevarlo a cabo, se conectó el dispositivo Master vía Ethernet mediante un módulo que se consigue fácilmente en el mercado: un Arduino Ethernet Shield. De esta forma, se pudo reportar los datos a una base de datos MySQL, desde la cual se extrajo la información para el armado de la página web.



Figura 1: Página web

Tomando como punto de partida que nuestra medición no fuese invasiva, se eligió para la obtención de la señal de corriente un sensor de la familia SCT-013. Este permite medir la corriente que circula por un conductor sin necesidad de interferir en el mismo, basándose en el principio de inducción electromagnética.



Figura 2: Sensor de corriente utilizado SCT-013-50

Aunque aún no haya sido desarrollado el sistema adquisidor de tensión, la placa Slave fue diseñada teniendo en cuenta esta futura expansión para lo cual cuenta con la entrada de señal destinada para dicho propósito.

### Diseño y armado de prototipo de hardware

Para la creación de los diagramas electrónicos y posterior diseño de las placas de circuito impreso, se usó KiCad que es una herramienta de software open-source.

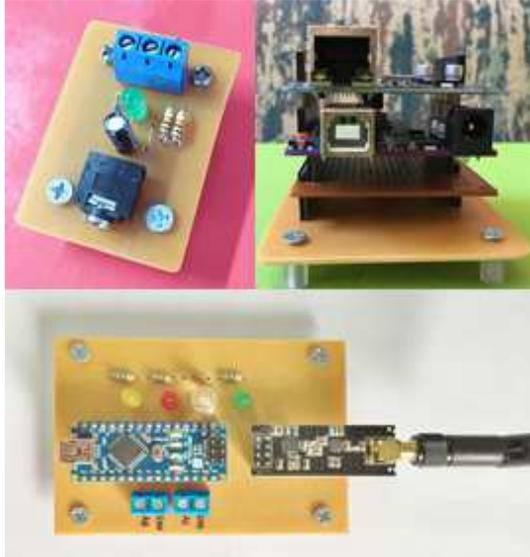


Figura 3: Hardware diseñado

### Desarrollo de software de los distintos módulos

Los módulos del sistema son principalmente de dos tipos: Master y Slave, siendo el primero el encargado de ejercer el control sobre los Slaves. Los Slaves son los encargados de la adquisición y posterior procesamiento de las señales eléctricas para finalmente transmitirlos al Master junto con su id correspondiente. Por lo tanto, se desarrollaron dos códigos distintos con la herramienta Arduino IDE, también de naturaleza open-source.

### Resultados

Como la salida del sensor SCT-013-050 es de  $\pm 1V$  y el ADC del microcontrolador solo puede convertir tensiones entre 0 y  $V_{cc}$ , se tuvo que adaptar el rango de tensiones en la salida del sensor. Se diseñó y desarrolló un circuito para añadir una tensión de offset y finalmente conseguir  $V_{offset} \pm 1V$ .

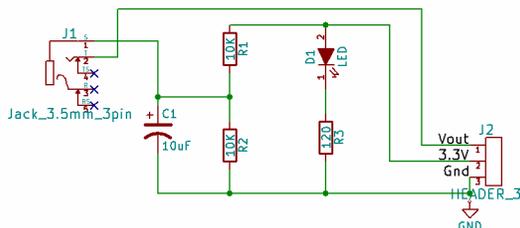


Figura 4: Circuito esquemático de la placa adquisidora de corriente

En un primer ensayo se obtuvo la siguiente señal de tensión.



Figura 5: Señal de tensión adquirida a través de la placa adquisidora de corriente

Se analizaron los valores adquiridos para finalmente obtener la corriente eficaz de la carga bajo estudio.

$$V_{RMS}^2 = V_{RMSDC}^2 + V_{RMSAC}^2$$

$V_{RMSDC}$  se obtuvo promediando todos los valores, en este ensayo:  $V_{RMSDC} = 1.709975V$ . Este es el valor que se corresponde con el Voffset que se mencionó con anterioridad.

$V_{RMS}^2 = \sum V_n^2 / n$  siendo  $n$  la cantidad de muestras.

$$V_{RMSAC}^2 = V_{RMS}^2 - V_{RMSDC}^2$$

Se llegó a  $V_{RMSAC} = 0.1834782V$  pero como el sensor utilizado entrega a su salida valores de 0-1V en correspondencia con valores de corriente de 0-50A, se debió hacer la conversión a corriente. **Se obtuvo finalmente un valor de  $I_{RMS} = 9.17A$  que es coherente con los datos que contaba la carga en su descripción.**

### Conclusiones

Se logró cumplir con los objetivos planteados en un principio, ya que la placa Slave no solo es útil para monitorear la energía de forma remota sino que también es comandada a distancia por la placa Master.

A raíz de la puesta en funcionamiento del prototipo se propusieron mejoras a realizar en futuros diseños, como por ejemplo la sustitución de las dos borneras dobles de la placa Slave por otras dos borneras: una de entrada de señal de tipo doble y una de salida de señal de tipo triple.

Queda para desarrollar la placa adquisidora de tensión y los gabinetes de los distintos dispositivos.