

Agustín Rovero, Luciano Bertonatti y Juan Gremes

Medidor electrónico modular de energía eléctrica para mayor versatilidad en la medición del consumo energético en comparación con los medidores electromecánicos. Permiten la elaboración de bases de datos para el futuro estudio y la generación y distribución eficiente de energía.

Introducción

Los medidores de energía en la Argentina son, en su mayoría, electromecánicos, por lo que la medición que realizan debe ser leída presencialmente, además de que la información que proveen es limitada.

Aprovechando las nuevas tecnologías se pueden lograr medidores más dinámicos y modulares que permitan medir otras características además de la energía eléctrica consumida, como el coseno phi, la distorsión armónica y valores RMS, y que permitan adaptarse a cada consumidor con un único diseño. Posibilitan, además, la comunicación remota y en tiempo real, abriendo las puertas a la creación de bases de datos sobre consumo para una generación de energía más eficiente, la concientización del consumidor, que puede comprobar su consumo desde cualquier dispositivo, y las tarifas por franja horaria, para beneficiar el consumo fuera de la hora pico.

Pero lo más importante, es que permiten monitorear la producción distribuida de energía, que es cuando el consumidor se convierte en proveedor, inyectando la energía que él mismo produce dentro de la red eléctrica.

Objetivos

El objetivo principal del proyecto es la creación de un medidor electrónico inteligente de energía eléctrica capaz de medir la energía consumida/generada por un hogar grande (hasta 50 amperes) con la misma, o mejor, precisión que los medidores electromecánicos y que permita la comunicación remota para el almacenado y visualización de datos.

Materiales/Métodos

El núcleo del medidor consiste en un módulo de adquisición de datos que muestrea la tensión de una o varias fases y la corriente que circula por las mismas, empleando un convertor analógico a digital que hace el muestreo propiamente dicho. Antes del convertor se utiliza un filtro anti-alias, que remueve ruido y componentes espectrales de alta frecuencia.

Luego, dicha información pasa a una FPGA (por sus siglas en inglés Field Programmable Gate Array) que realiza todos o la mayoría de los cálculos: los mismos incluyen, pero no se limitan a: tensión y corriente pico y RMS (root mean square), frecuencia y fase, coseno phi (se supone que la carga es lineal), potencia activa, reactiva y aparente, y distorsión armónica. Estos nuevos datos pasan a un microcontrolador que los envía a un servidor a través de WiFi, RF (radio frecuencia) o PLC (Power Line Communications) para ser procesados por la distribuidora/generadora o para ser visualizados por el consumidor.

En la figura 1 se muestra el esquema básico del funcionamiento del medidor.

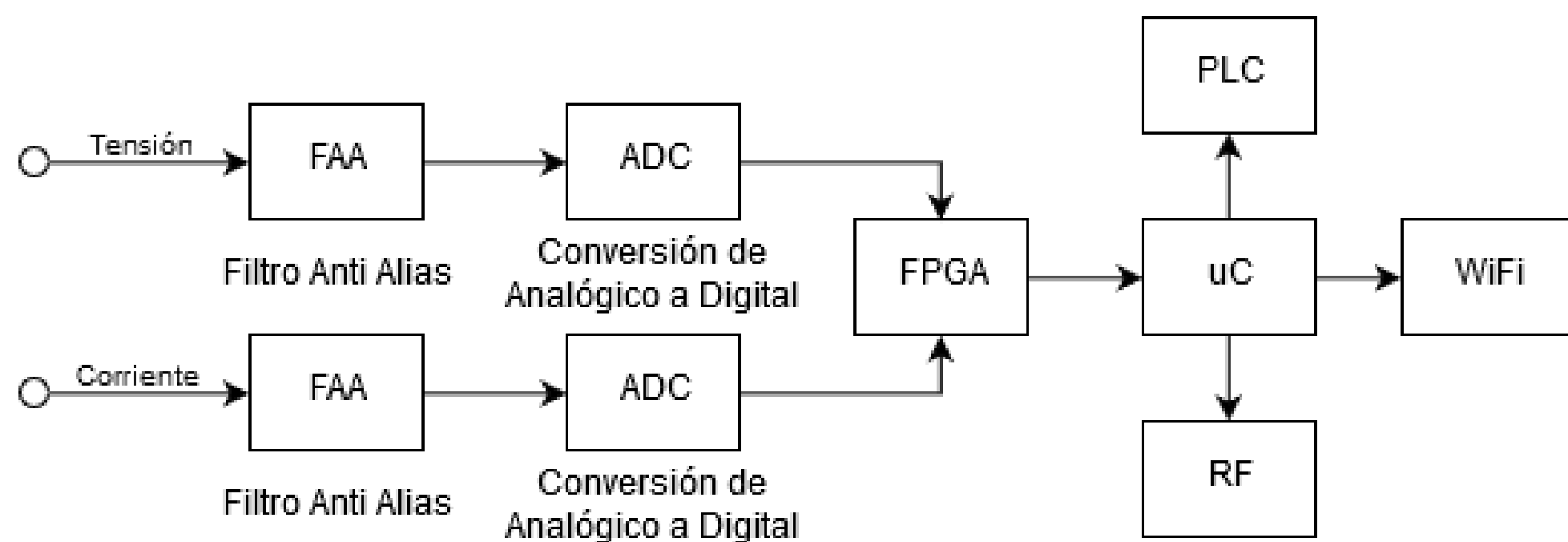


Figura 1: diagrama en bloques del funcionamiento básico del medidor.

Cálculos

Un medidor de energía debe medir, como mínimo, la energía y para ello, se emplean los valores RMS de la tensión y corriente muestreados a lo largo de un periodo.

Si se supone que la carga es lineal, se puede usar el hecho de que todas las potencias de interés se pueden calcular con los valores RMS y el coseno phi.

$$S = V_{rms} I_{rms} \quad \text{Ecuación 1}$$

$$P = S \cos \phi \quad \text{Ecuación 2}$$

$$Q = S \sin \phi \quad \text{Ecuación 3}$$

Donde S es la potencia aparente, P la potencia activa y Q la potencia reactiva. El ángulo ϕ se determina a partir del desfase entre la tensión y la corriente mediante la detección de

los cruces por cero o el tiempo entre máximos (figura 2) y provocada por el estado de carga de la red eléctrica: cargas resistivas no producen desfase y por ende no aparece potencia reactiva ($\cos(\phi)=1$); cargas inductivas y capacitivas (estas últimas poco comunes) sí producen desfase y aparece una potencia reactiva, positiva para las cargas inductivas y negativa para las cargas capacitivas.

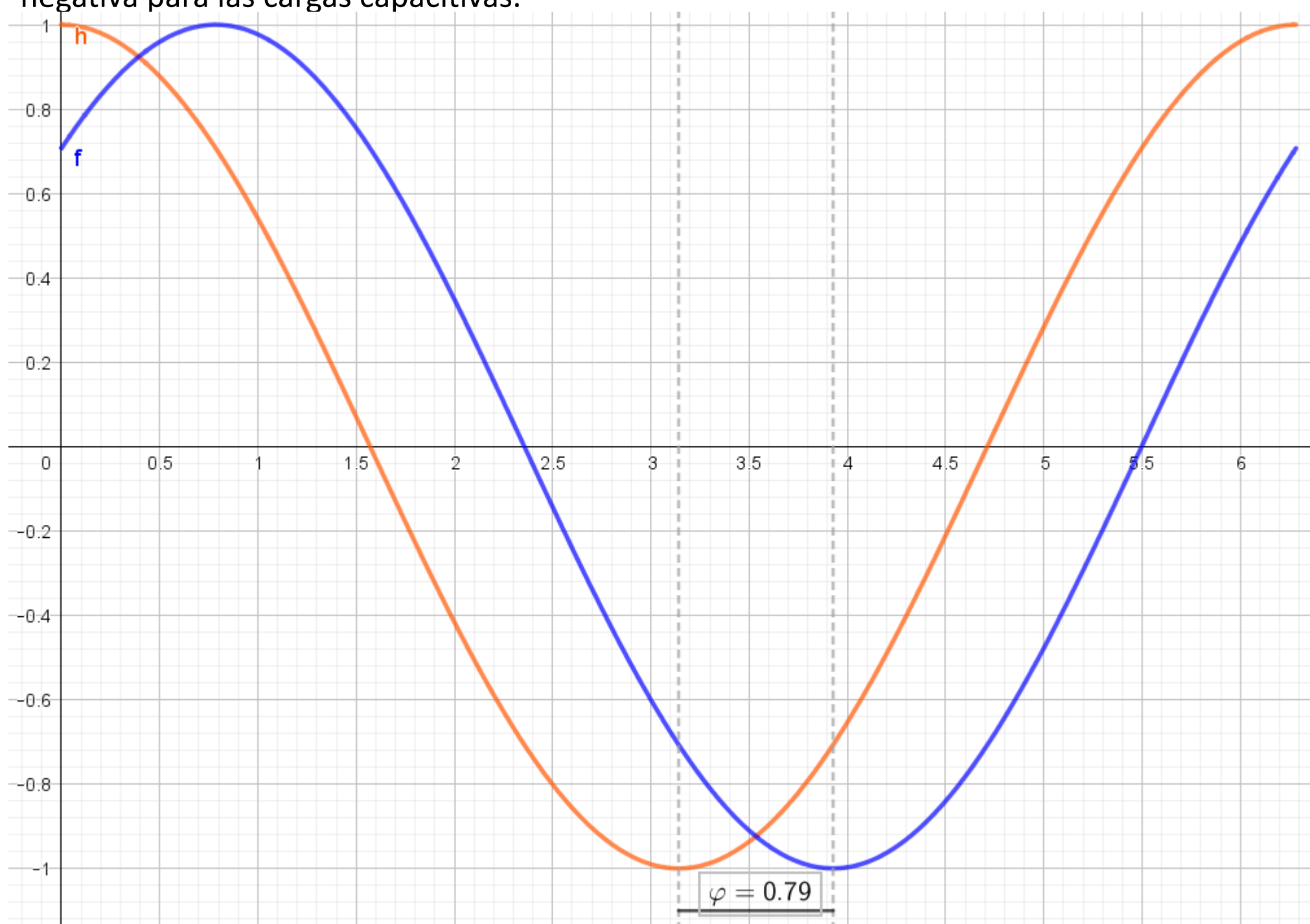


Figura 2: ejemplo de desfase entre dos sinusoides genéricas.

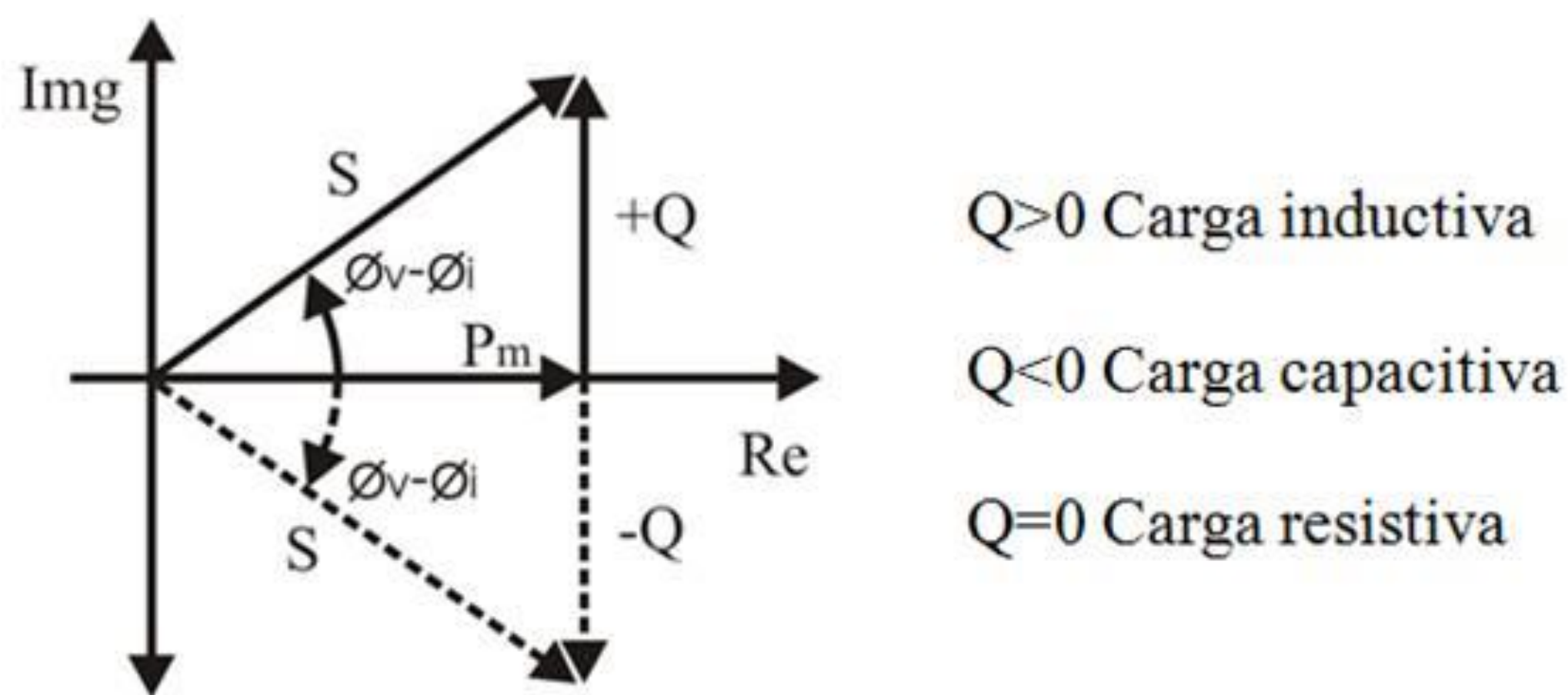


Figura 2: ejemplo de desfase entre dos sinusoides genéricas. (figura extraída de http://repositorio.innovacionumh.es/Proyectos/P_19/Tema_4/UMH_03.htm)

Teniendo los valores pico y el tiempo entre ellos se puede calcular la frecuencia fundamental o el periodo.

Otras mediciones, como la distorsión armónica, son posibles. Ésta provee información acerca de la calidad espectral de la energía que llega al consumidor; una gran distorsión armónica tiene efectos adversos en la mayoría de los sistemas, por ejemplo en motores implica una reducción en las corrientes pico, generación de calor, mayores emisiones y pérdidas en el núcleo. Lo mismo aplica para los transformadores.

Conclusiones

La ventaja de los medidores electrónicos sobre los electromecánicos radica en su versatilidad para realizar las mediciones que uno necesite y con la precisión que haga falta y enviarlas a donde sea necesario, aún cuando las distancias involucradas sean grandes.

Incluso más: ahora, con la aparición de Arduino, existen sensores de bajo costo y precisión aceptable que se pueden conseguir a precios muy accesibles.

Agradecimientos

Agradecemos a Pablo Cossutta y a Jorge Caceres por su constante ayuda y apoyo y a los organizadores de la Feria de Electrónica 2018 por hacer este evento posible.