

“Detección y Compensación de Armónicos de Corriente en una Microrred utilizando un Filtro de Potencia Activo con una Red de Sensores IoT”

Fco. Javier López Alcolea¹, Emilio J. Molina-Martínez¹,
Javier Vázquez¹, Alfonso Parreño Torres²,
Pedro Roncero-Sánchez¹, Antonio Moreno-Muñoz³,
Joaquín Garrido-Zafra³, Félix García Torres³

¹ Instituto de Investigaciones Energéticas y Aplicaciones Industriales, UCLM

² Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales, UCLM

³ Universidad de Córdoba



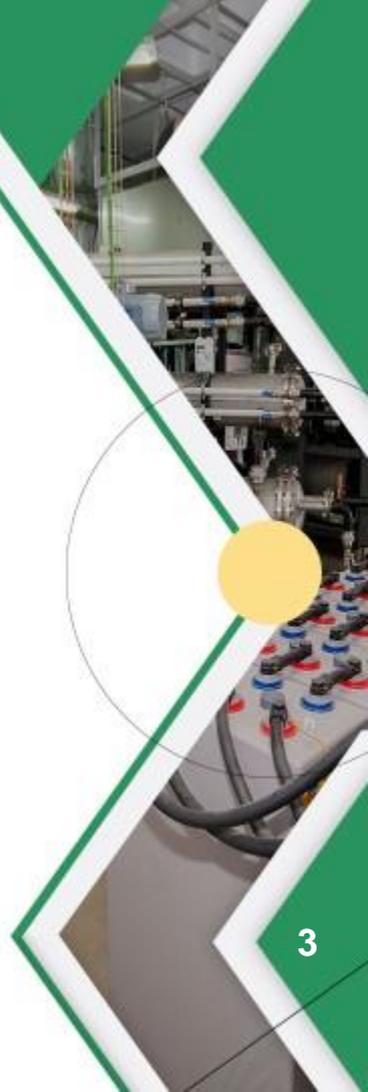
Índice

1. Introducción
2. Sistema de monitorización
3. Generación de la corriente de referencia para el APF
4. Monitorización del contenido armónico
5. Resultados de simulación
6. Conclusiones



1. Introducción

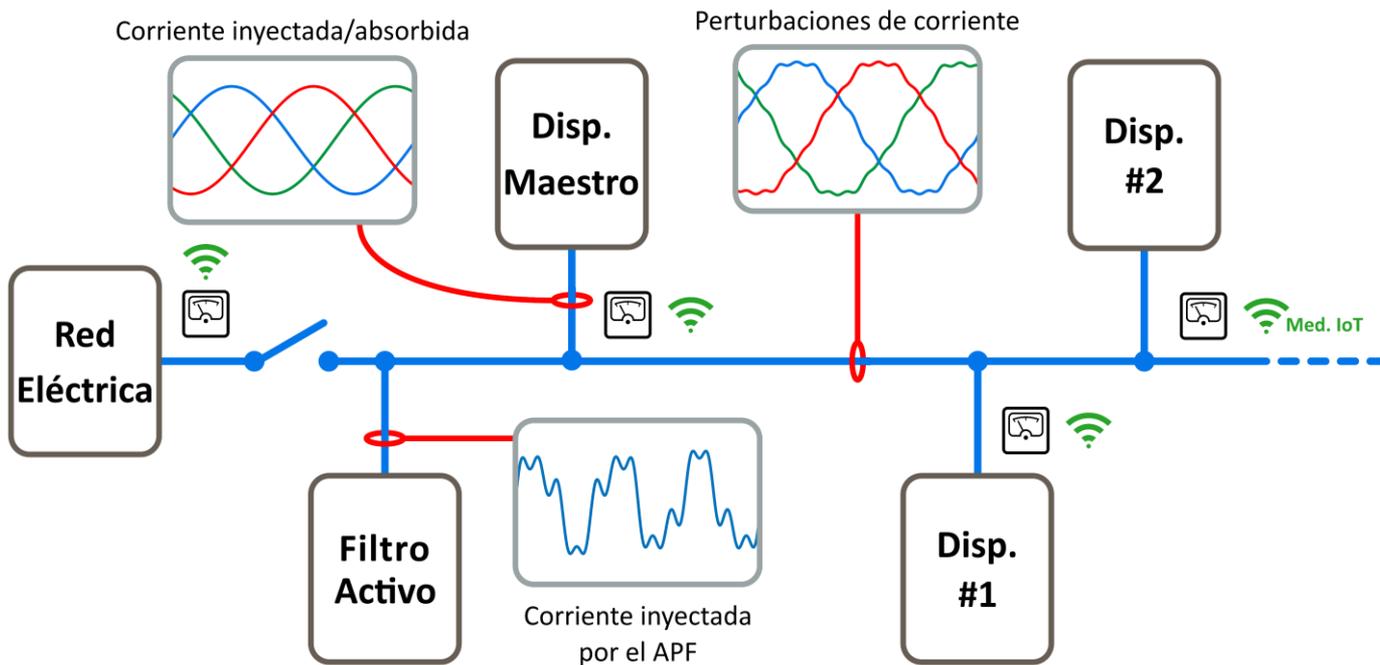
- Número de cargas no lineales y monofásicas ha aumentado
 - Presencia de armónicos de corriente
 - Desequilibrios de tensión y corriente
- Problemas de calidad de la energía
 - Reducción de la capacidad de transferencia de potencia en la red
 - Problemas de EMC
- Filtro activo paralelo (Shunt APF)
 - Perturbaciones de corriente: ej. Armónicos de corriente y desequilibrios
 - Potencia reactiva



1. Introducción

- Sensores *Internet of Things* (IoT) e Infraestructuras de Medición Avanzadas (AMI)
 - Auto-monitorización del consumo de energía eléctrica
 - Evaluación de la calidad de la energía (*Power Quality*, PQ)
 - Tiempos de adquisición y procesamiento grandes para mediciones PQ
 - Ventana de medición de 10 ciclos: 200 ms @ 50 Hz
- Objetivo: Acelerar la detección de un contenido armónico elevado
- Herramienta de detección basada en la corriente de referencia para el APF
 - Consumo excesivo de corriente armónica
 - Sistemas trifásicos de tres hilos

2. Sistema de monitorización



2. Sistema de monitorización

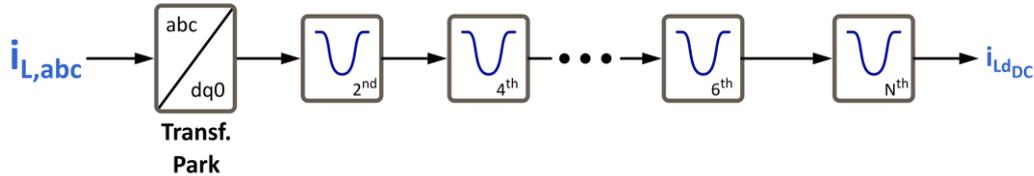
- La información de los sensores IoT se puede utilizar para diagnóstico
 - Nos dan información de las mediciones PQ en cada dispositivo
- El procesado de esta información puede implicar un *delay* significativo
- Posible solución: utilizar la corriente de referencia del APF

**GENERACIÓN
CORRIENTE DE
REFERENCIA APF**

**ESTIMACIÓN
CONTENIDO
ARMÓNICO**

3. Generación de la corriente de referencia

- Unity Power Factor (UPF)
 - Comportamiento resistivo de la carga



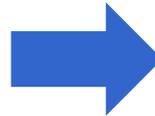
$$H(z) = k_0 \prod_{h=2n}^N [1 - 2 \cos(\hat{\omega}_h T_s) z^{-2} + z^{-4}]$$

$$k_0 = \frac{1}{\prod_{h=2n}^N [2 - 2 \cos(\hat{\omega}_h T_s)]}$$

$$2 \cos(\hat{\omega}_h T_s) = a_{2h} f_1^2 + a_{1h} f_1 + a_{0h}$$

$$i_{fd}^* = i_{Ld} - I_{LdDC}$$

$$i_{fq}^* = i_{Lq}$$

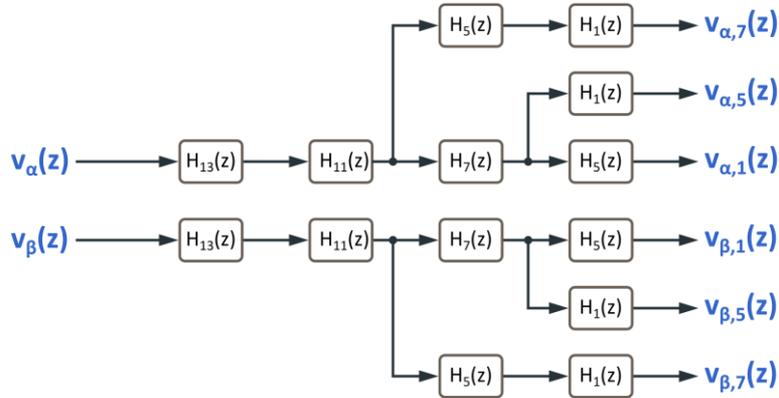
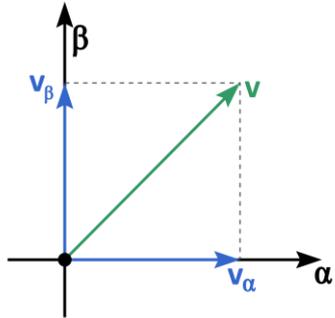


$$\begin{bmatrix} i_{fa}^* \\ i_{fb}^* \\ i_{fc}^* \end{bmatrix} = P^{-1} \begin{bmatrix} i_{fd}^* \\ i_{fq}^* \end{bmatrix}$$

4. Monitorización del contenido armónico

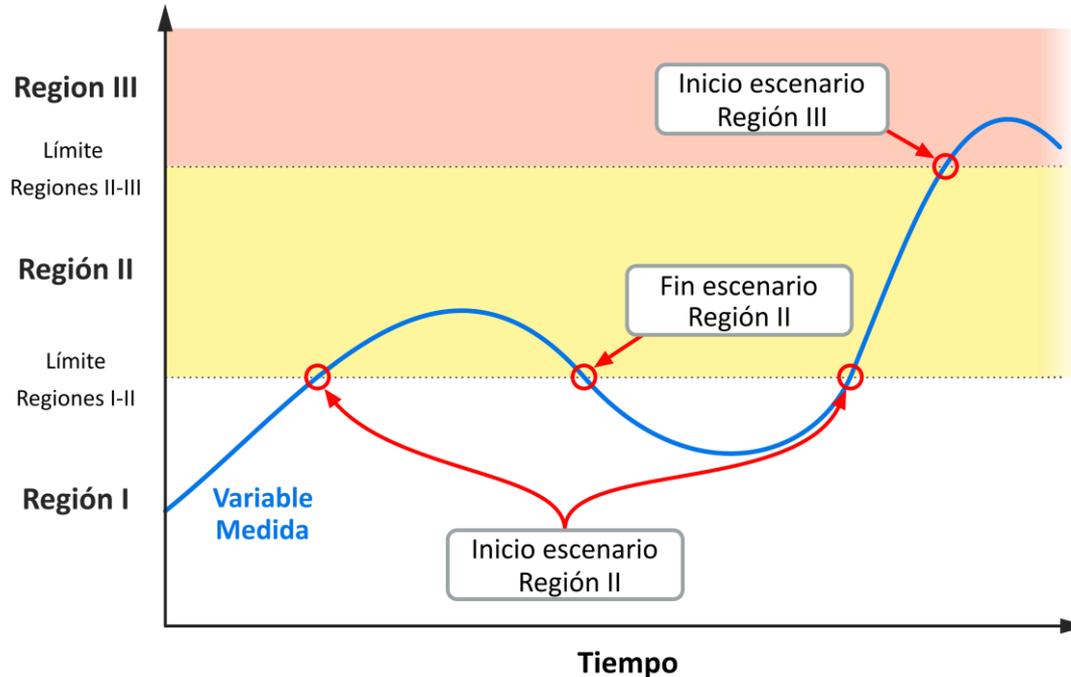
- Método para estimar la amplitud de los armónicos de corriente

P. Roncero-Sánchez, X. del Toro García and A. P. Torres, "Online method for simultaneous extraction of individual harmonics in three-phase systems," IECON 2015 - 41st Annual Conference of the IEEE Industrial Electronics Society, 2015, pp. 001915-001921.



$$|v_h| = \sqrt{v_{\alpha,h}^2 + v_{\beta,h}^2}$$

4. Monitorización del contenido armónico



5. Resultados de simulación

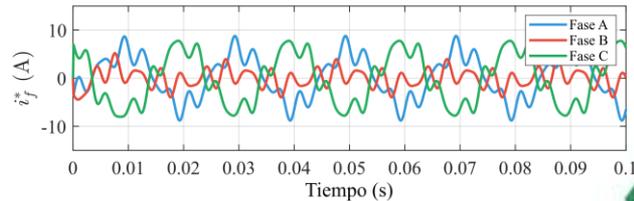
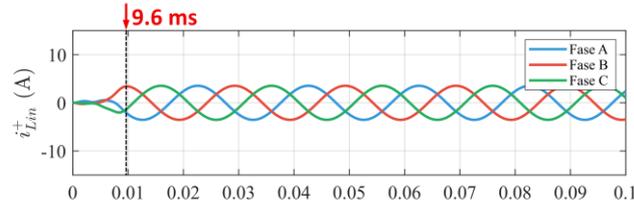
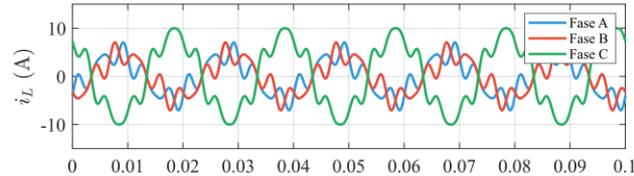
• Cargas

- Carga A (Carga crítica)
 - Secuencia positiva: 5 A pico
 - Secuencia negativa: 4 A pico
 - Potencia reactiva
- Carga B (Inductiva)
 - $R = 62 \Omega ; L = 2 \text{ mH}$
- Carga C
 - 5º armónico: 2 A pico
 - 7º armónico: 1 A pico

CARGAS

SEC.
POSITIVA
EN FASE

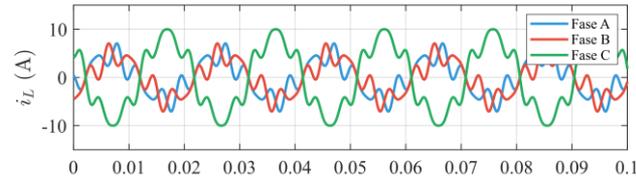
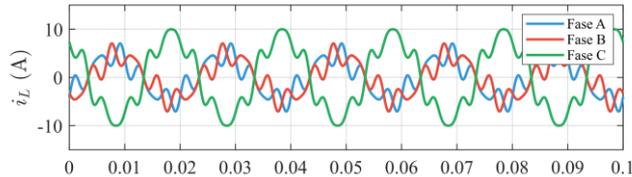
APF



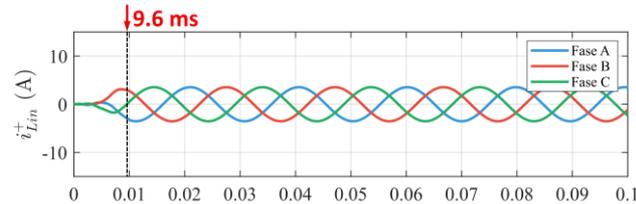
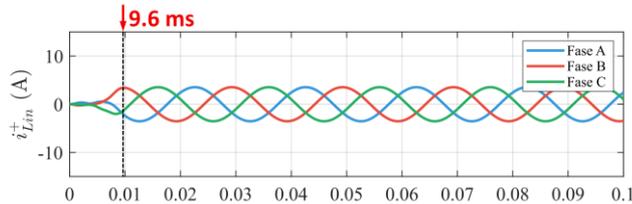
$f_1 = 50 \text{ Hz}$

5. Resultados de simulación

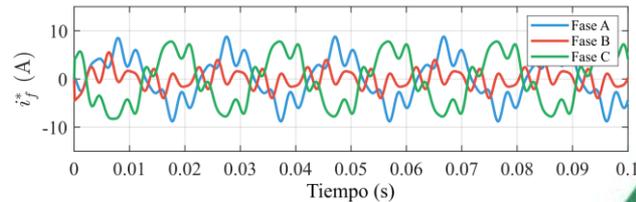
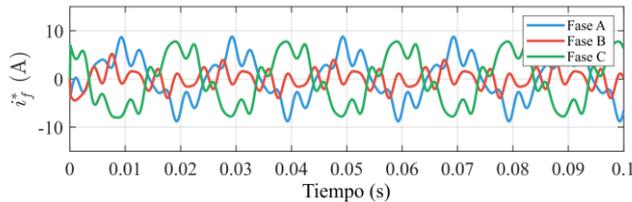
CARGAS



SEC. POSITIVA EN FASE

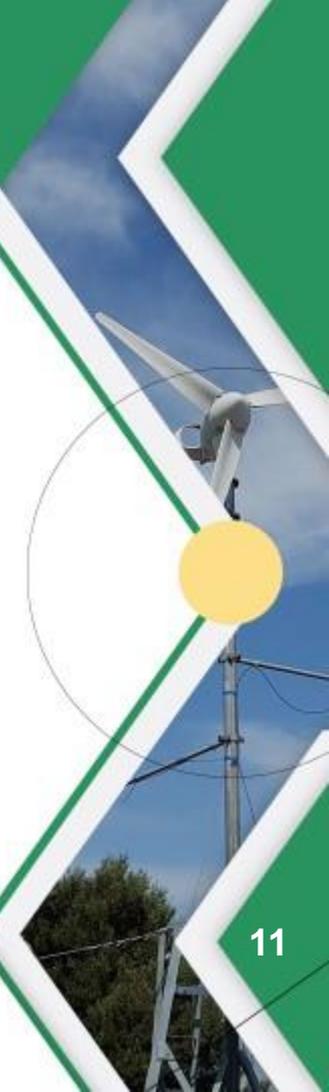


APF



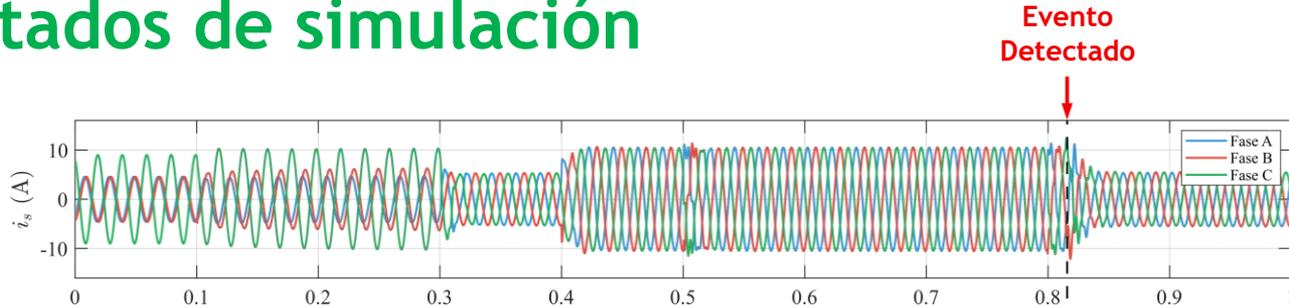
$f_1 = 50 \text{ Hz}$

$f_1 = 51 \text{ Hz}$

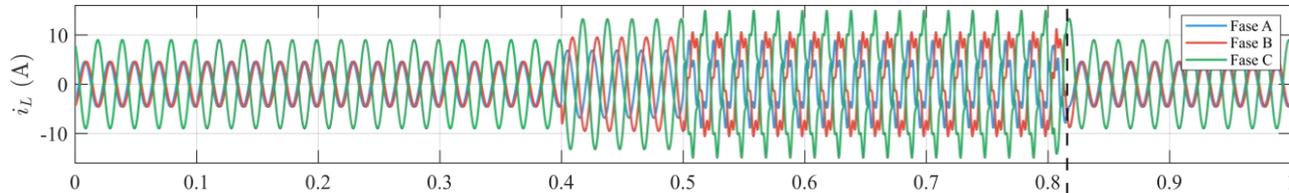


5. Resultados de simulación

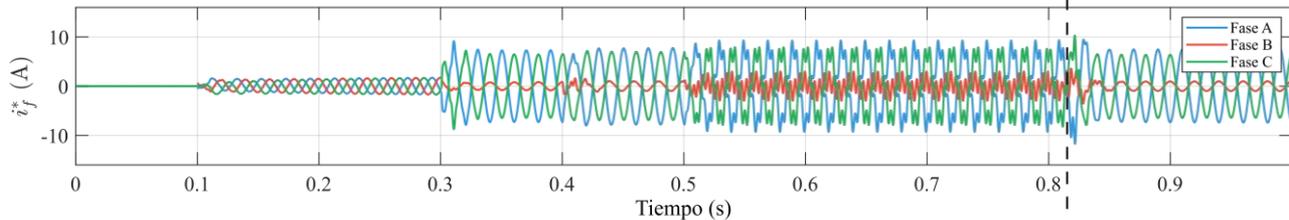
FUENTE



CARGAS



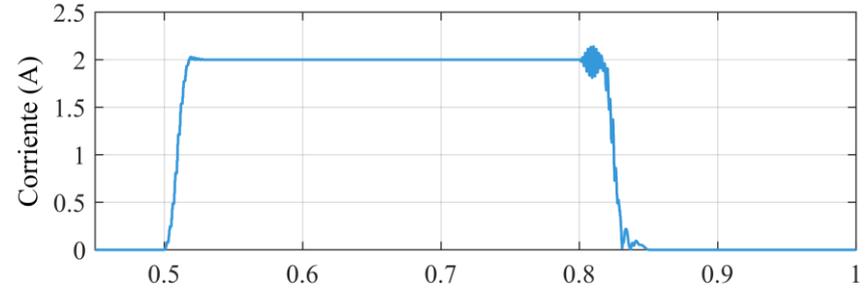
APF



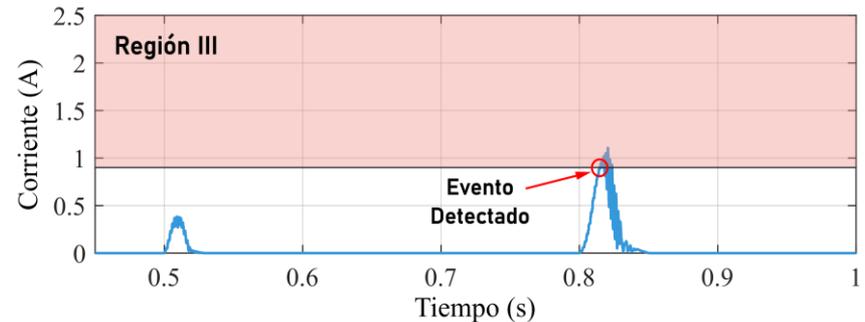
5. Resultados de simulación

- Estimación de la amplitud
 - Armónicos 5º y 7º
- Estimación rápida
 - Buena precisión
- Ruido en $t = 0,5$ y $5 = 0,8$ s
 - Transitorios

$h = 5$



$h = 7$



6. Conclusiones

- Se ha propuesto un método para complementar una red de sensores IoT mediante la monitorización de la corriente de referencia del APF
- Desarrollo de una herramienta de detección a partir de las mediciones en el APF
- Resultados de simulación han mostrado cómo este método se puede utilizar en una MG
 - Rápida respuesta
 - Buena precisión
- Se necesita seguir con la investigación
 - Test en una MG real
 - Adaptación del algoritmo de estimación a sistemas trifásicos de cuatro hilos

