



## RESUMEN DE LA TESIS DOCTORAL

### DATOS DEL/ DE LA DOCTORANDO/A:

Apellidos y nombre: <b>Pérez Vallés, Alejandro</b>	NIF/ Pasaporte: [REDACTED]	Nacionalidad: [REDACTED]
Dirección a efectos de notificaciones: [REDACTED]		
Teléfono [REDACTED]	EMAIL: [REDACTED]	

### DATOS DE LA TESIS DOCTORAL:

Título: <b>Localización y Valoración de fuentes de distorsión armónica y/o desequilibrio en redes eléctricas</b>
Programa Oficial de Doctorado al que se adscribe: <b>Ciencia y Tecnología Industrial y Ambiental</b>
Departamento: <b>Ingeniería Eléctrica y Térmica, de Diseño y Proyectos</b>
Director/es: Dr.: D. Patricio Salmerón Revuelta

ORCID:

Resumen en **castellano** que será usado para la base de datos del Ministerio TESEO (**máx. 4000 caracteres**)

En la actualidad, los consumos de potencia eléctrica se caracterizan por una amplia variedad de cargas en sus procesos productivos, en muchos de los casos cargas trifásicas/monofásicas constituidas por convertidores electrónicos de potencia. Por otro lado, los sistemas eléctricos están hoy día evolucionando hacia sistemas de generación descentralizados donde las unidades de generación, principalmente de energía renovable, se conectan mediante convertidores electrónicos directamente a las redes de distribución. Los consumos referidos y la generación distribuida, contribuye al crecimiento de las corrientes armónicas y desequilibradas que conllevan, entre otros, a un aumento de las pérdidas de la red, y mal funcionamiento de los equipos. Desafortunadamente, la identificación de estas fuentes de perturbación no puede lograrse por medio de medidas individuales en una sección determinada de un sistema eléctrico. La solución efectiva del problema requiere tener que conocer las medidas simultáneas de los parámetros eléctricos de calidad de todas las acometidas donde estén conectados los consumidores.

En efecto, los índices empleados usualmente para valorar la calidad, principalmente la tasa de distorsión armónica, no son apropiados para evaluar la calidad de la energía eléctrica cuando está presente una fuerte distorsión, y especialmente en aquellos casos donde existen múltiples fuentes de perturbación conectadas a la red. Por otra parte, se ha demostrado que las medidas de la calidad de la energía eléctrica llevadas a cabo en una sección de medida determinada de la red, no pueden suministrar la información suficiente al menos sin recurrir a mecanismos de medida invasivos. Así, en la bibliografía se encuentran diferentes enfoques para abordar este tipo de cuestión. Estos pueden clasificarse en dos grupos: métodos de medida en una sección localizada, y métodos de medida distribuidos multipunto (medidas efectuadas simultáneamente en diferentes secciones de la red). Los métodos basados en medidas realizadas en un punto de la red tienen como ventajas principales su bajo coste y su fácil implementación en las instalaciones, pero en algunas condiciones pueden registrar una información inexacta respecto del estado de perturbación de la red.

Por otra parte, los métodos de medidas distribuidas multipunto registran una información más precisa respecto del estado de distorsión y desequilibrio del sistema de potencia completo, aunque en la práctica hasta ahora sean difíciles de realizar y requiera una instrumentación más compleja tanto desde el punto de vista de hardware como de software. Además, este enfoque exige la definición de nuevos índices y los correspondientes métodos de medidas asociados para la evaluación de los niveles de las perturbaciones periódicas en la sección de medida.

En esta tesis se propone un nuevo índice basado en medidas distribuidas multipunto para la identificación de distorsión armónica y/o desequilibrio. El índice propuesto está construido a partir de términos de potencia dentro del marco del estándar IEEE 1459. El estándar presenta un modelo de descomposición de la potencia aparente en condiciones de distorsión y asimetría, sin embargo, éste carece de una evaluación práctica del desequilibrio causado por la carga. El algoritmo propuesto se define usando un nuevo método de descomposición de potencia



aparente que lo separa en cuatro componentes, así el nuevo índice introduce dos novedades significativas. En primer lugar, se define en función de términos de potencia desarrollados según la misma filosofía de trabajo que el estándar IEEE 1459. Y en segundo lugar, los términos de potencias utilizados representan una evolución de los términos del estándar, ya que separan de forma más completa la distorsión y el desequilibrio.

La nueva propuesta de índice se valida a partir de dos plataformas: una de simulación en el entorno de MATLAB/Simulink y otra experimental desarrollada en el laboratorio de potencia del grupo de investigación.

#### Resumen en **inglés** que será usado para la base de datos del Ministerio TESEO (**máx. 4000 caracteres**)

At present, electric power distribution is characterised by a wide variety of loads at its points of production, with, in most cases, electronic power converters comprising single-phase or three-phase loads. As power networks develop towards decentralised generation systems, more units, largely from renewable sources, are being directly connected to the distribution network through electronic converters. Irregular patterns of consumption alongside this distributed generation, contribute to an increase in harmonic distortion and current unbalance that together lead to an increase in network failure and equipment malfunction. At the same time, the very elements that have allowed the development and modernization of electric power distribution networks are those that display greater sensitivity to the disturbances (that they cause) in the network, endangering the system. Consequently, identification of harmonic distortion and/or unbalanced sources in the system is essential, both to demand responsibility from the originator/s (the electrical supply system and/or customer installation), and to take the necessary measures to solve the problem.

The different approaches to tackling this problem can be classified into two groups. The first approach concerns measurements taken from a localised section (single-point), while the second concerns multi-point distributed measurement methods (that is, measurements taken simultaneously at different sections on the distribution network). Single-point measurements offer the advantages of low cost and ease of implementation, but in some conditions the information recorded with regard to the state of network disturbances can be inaccurate. The multi-point methods enables the recording of accurate information regarding the state of distortion and unbalance of the complete power system, and is consequently considered capable of definitively resolving the issue. In practice, however, approaches of this nature have to date proved difficult to perform and require the use of expensive and more complex instrumentation from both a hardware and software perspective. What is required is the definition of new indices and corresponding methods for evaluating of the levels of periodic disturbances in the measurement section. Currently, advances in digital signal processing techniques and the interconnection of equipment allowing real-time communication over communication networks make it feasible to address the practical development of a distributed measurement system aimed at quality power in electrical networks. However, it is necessary to define a distributed index that computes the information received from the different locations. These indices are formed from the combination of three indices that have been extensively used to assess distortion and unbalance by single-point methods. The combination of these presupposes greater success in the identification of periodic disturbances. Tests in different conditions have demonstrated that they cannot always clearly identify the source of disturbance, for which reason new proposals would be welcome.

This thesis proposes a new multi-point distributed measurement index for the identification of the sources of harmonic distortion and/or unbalance, based in power terms on the IEEE Std. 1459 framework. The Std. 1459 presents a model of apparent power decomposition terms in conditions of distortion and asymmetry. However, this model lacks a practical assessment of the unbalance caused by the load. The new index algorithm is defined using a new method of apparent power decomposition which separates it into four components. The new index introduces two significant developments. First, it is defined as a function of power terms in the Std 1459 framework, although it retains a fourth perturbation term. And second, the power terms used represent an evolution of the Std terms that most clearly separate distortion and unbalance. The index is applied and validated by means of an experimental platform connected to a real, low-voltage network.

Palabras claves en **castellano** que deben coincidir con las enviadas a la base de datos TESEO (**máx. 5 descriptores o palabras claves, separadas por coma**)

Calidad de la potencia eléctrica, armónicos, desequilibrio, medidas distribuidas multipunto

Palabras claves en **inglés** que deben coincidir con las enviadas a la base de datos TESEO (**máx. 5 descriptores o palabras claves, separadas por coma**)

Power quality, Harmonics, Unbalance, Distributed measurements multi-point



**¿TESIS POR COMPENDIO DE PUBLICACIONES?**  **NO** (tachar lo que no proceda)

Algunas publicaciones, por respeto a los posibles conflictos de propiedad intelectual relativos a su difusión, serán sustituidas por referencia, resumen y DOI o enlace al artículo.

En Huelva, 18 de noviembre de 2019

Fdo. Alejandro Pérez Vallés