



## Comparación de dispositivos de medición de energía con enfoque en pérdidas no técnicas

Comparison of energy measurement devices with a focus on non-technical losses

**José Esteban Pérez Belisario**  
perezbelisario94@gmail.com

**Gabriel Jesús Silva**  
gabosilva2.0@gmail.com

**Universidad de Carabobo, Venezuela**

Artículo recibido mayo 2018 | Arbitrado en junio 2018 | Publicado en septiembre de 2018

### RESUMEN

Debido a la crisis energética que se vive a nivel mundial las industrias eléctricas se han interesado por implementar el uso eficiente de la energía. En el caso de Venezuela, el ejecutivo nacional a través del Ministerio del Poder Popular para la Energía Eléctrica, implementó la actualización de los contadores de energía, en donde se instalaron contadores de distintos tipos, aparentemente sin ningún método de selección ni adecuación al área en donde se requería censar la energía. El propósito del estudio fue comparar los contadores de energía instalados por la industria Corpoelec en Valencia, estado Carabobo. Esta investigación se enmarcó en un tipo de investigación documental y de campo. Como resultado se obtuvo que el contador de energía que más se adapte a las condiciones geográficas del territorio nacional y a las exigencias de los usuarios, para así lograr utilizar la energía de manera más eficiente, disminuyendo los errores en el área de contabilización de energía logrando así reducción de las pérdidas no técnicas.

**Palabras clave:** Pérdidas no técnicas, medición energía eléctrica, análisis comparativo

### ABSTRACT

Due to the world energy crisis, the electrical industries have become interested in implementing the efficient use of energy. In the case of Venezuela, the national executive through the Ministry of Popular Power for Electric Energy, implemented the update of the energy meters, where meters of different types were installed, apparently without any selection method or adaptation to the area in where energy census was required. The purpose of the study was to compare the energy meters installed by the Corpoelec industry in Valencia, Carabobo state. This investigation was framed in a type of documentary and field investigation. As a result, it was obtained that the energy meter that best suits the geographical conditions of the national territory and the demands of the users, in order to use energy more efficiently, reducing errors in the area of energy accounting, thus achieving reduction of non-technical losses.

**Key words:** Non-technical losses, electrical energy measurement, comparative analysis



## INTRODUCCIÓN

El objetivo principal del presente proyecto es la presentación de la propuesta del dispositivo de medición (Zapata, Virio, y Mijárez, 2001) que mejor se adecue a las diferentes áreas de consumo del sector industrial de Venezuela (Plata, Morantes, y Gualdrón, 2007), considerando condiciones geográficas y exigencia de los usuarios, que sea producto de un análisis comparativo de las distintas tecnologías de medición de energía que hay en la actualidad (Gómez, et al., 2015).

Actualmente, con el avance tecnológico e industrial a nivel mundial y las crecientes necesidades de aplicar técnicas de eficiencia energética (Altomonte, Coviello, y Lutz, 2003) para lograr la reducción de pérdidas (Betancur, et al., 2010) y así optimizar el uso de la energía eléctrica para la mejora de la calidad de vida. En este sentido, es importante la toma de conciencia acerca de la necesidad de mejorar los sistemas de medición de energía tanto en tecnología como en equipamiento adecuado, para así lograr que la energía generada sea facturada.

Es pertinente resaltar las ventajas que representa utilizar tecnologías nuevas en el área de medición de energía eléctrica (Gómez, et al., 2015), con la implementación de nuevos dispositivos de medición y otras tendencias que permiten un mejor aprovechamiento de la energía reduciendo pérdidas y gozando además de la versatilidad que pueden brindar estos nuevos dispositivos tanto para el cliente como para la empresa de distribución.

La investigación busca lograr un análisis comparativo que permita determinar el dispositivo de medición que más convenga, según las necesidades del

sector industrial, a través del análisis de las distintas tecnologías de dispositivos de medición, estudiando variables de interés como capacidad para registrar datos (histórico del censo), corriente máxima admisible, protocolo de comunicación con el exterior, cantidad de parámetros a medir, calidad de energía, seguridad (vulnerabilidad ante el hurto eléctrico) y capacidad de censar más de una tarifa a la vez (multitarifa). Además de características constructivas y los costos asociados a estos. Esta información será la base para realizar un análisis comparativo para determinar el medidor más adecuado en Venezuela.

## MÉTODO

El desarrollo del estudio se llevó a cabo mediante la investigación documental y de campo, Según (Hernández, Fernández, y Batista, 2006). En este caso el estudio se desarrolló en la ciudad de Valencia estado Carabobo con respecto a los dispositivos de medición de energía eléctrica instalados en el área industrial. Se ha podido determinar que la magnitud de los consumos clandestinos de electricidad están ubicados en el grupo de grandes consumidores, es decir, el área industrial. La técnicas de recolección de la información usada fue las técnicas de análisis para realizar la interpretación de la información fue la observación Directa (Crotte, 2011) y la entrevista (Crotte, 2011).

Durante el desarrollo de la investigación se definió que para realizar el método comparativo se utilizaría el método de Variables ponderadas y criterio de relevancia en donde primeramente se seleccionarían las características consideradas como importantes para lograr la reducción de las pérdidas no técnicas, las



cuales se les daría una valoración del 1 al 7 ordenándolas por su nivel de importancia. Realizado este paso se procedió a definir las cualidades de cada dispositivo en cada una de las características y dependiendo de esta se procedía a asignarle una puntuación del 1 al 5 en donde la puntuación de 1 la recibía el dispositivo que contara con las peores condiciones en esa categoría, mientras que la puntuación de 5 la obtenía el dispositivo que obtenía la mejor puntuación en esa categoría hurto, o administrativas.

Para cumplir con los objetivos planteados, se llevaron a cabo las siguientes fases.

Fase I. Identificación de los distintos dispositivos de medición usados en la industria eléctrica para el conocimiento de las características constructivas.

- a) Identificación de los dispositivos de medición instalados en Venezuela (Carabobo) por la industria eléctrica Corpoelec (CORPOELEC, s.f.) en el área industriales a través de visitas en distintos puntos de Carabobo y entrevistas realizadas al personal encargado del área.
- b) Definición de consumo eléctrico y técnicas de eficiencia energética a nivel mundial para comparar con Venezuela.

Fase II. Selección de las categorías o factores basados en área de consumo industrial, orientado a técnicas de eficiencia energética para así utilizar el modelo de comparación.

- a) Determinación preliminar de las categorías basados en distintos factores importantes en los dispositivos de medición.
- b) Descripción de las características constructivas de los dispositivos de medición actualmente instalados en

el área industrial Carabobeña apoyados en manuales y documentos informativos de los fabricantes.

- c) Selección final de siete (7) categorías y pesos ponderados para el análisis comparativo.

Fase III. Análisis comparativo entre los dispositivos actualmente existentes en la industria eléctrica Carabobeña.

- a) Valorar los dispositivos de medición en las categorías utilizando el método de variables ponderadas y criterio de relevancia.
- b) Realizar análisis de los resultados individuales y globales con el fin de fijar posición ante recomendación de adquisición de equipos.

## RESULTADOS

Se realiza un análisis comparativo de los distintos dispositivos de medición de energía con el objetivo de determinar cuál es el más adecuado para ser instalado en el país, por su influencia en la reducción de las pérdidas no técnicas y su reducida vulnerabilidad al hurto eléctrico. A continuación se desarrollan los pasos realizados para obtener el dispositivo de medición más adecuado, obtenido luego del análisis comparativo.

### Diagnóstico de la situación actual de la empresa

El Sector Eléctrico es muy específico, con unas características propias marcadas principalmente por el tipo de producto con el que se opera: el servicio eléctrico. Actualmente Corpoelec (CORPOELEC, s.f.) utiliza la metodología de obtención de datos de manera manual en donde el



recaudador o lector se dirige hasta las zonas consideradas de alto consumo (mayor a 10 kVA) y toma el consumo registrado por el medidor. Esta empresa trabajaba bajo la implementación de dos (2) tarifas, una de consumo total y una de demanda contratada. Un medidor de energía electrónico (Zapata, Virio, y Mijárez, 2001) permite censar más de una tarifa respondiendo a los medidores que pedía Corpoelec a las empresas fabricantes. Es decir, capaces de medir energía activa, reactiva y factor de potencia. Se pudo observar que los dispositivos de medición con los que contaba la empresa son específicamente “Elster A1200” y uno electromecánico “Schlumberger, MY201”, ambos en funcionamiento.

De acuerdo a representantes de Corpoelec se conoce que al momento de la actualización, los medidores que eran sustituidos se enviaban a “Complejo Centro Nacional de Aferición para Corpoelec” ubicado en el estado Aragua, Venezuela. Este se encargaba de repararlos para ser reinstalados, lo cual se consideró como un buen plan de adecuación de los medidores para ser instalados en zonas residenciales y contribuir de manera importante en la optimización de la capacidad de comercialización del recurso eléctrico y lograr alcanzar mayor autonomía en la racionalización del consumo de energía eléctrica.

La unificación de las distintas empresas del sector eléctrico en Venezuela en Corpoelec (Acevedo, 2013) tuvo

distintas incompatibilidades y la convergencia de distintas normas y métodos de trabajo. Uno de los más notables en el área de medición es donde antiguamente cada empresa instalaba el medidor que había adquirido según sus normas. Es por ello, donde mediante el método de variables ponderadas y criterio de relevancia se pueda determinar cuál es el dispositivo de medición de todos los instalados por las distintas empresas que cuenta con mejor relación de beneficios y contribuye de mejor manera al conocimiento del consumo de los usuarios.

Fase I. Identificación de los distintos dispositivos de medición usados en la industria eléctrica carabobeña para el conocimiento de las características constructivas.

a) Identificación de los dispositivos de medición instalados en Venezuela (Carabobo) en el área industrial por la empresa Corpoelec.

Se determinó a través de una visita realizada a la sede de Corpoelec ubicada en la Torre 4, Calle 105 Cedeño, Valencia-Carabobo, con ayuda del Jefe de medición Ing. Juan Carlos Martínez, los distintos dispositivos de medición instalados en Carabobo por la industria eléctrica Corpoelec tanto antes de la unificación de las distintas industrias eléctricas hasta la actualidad. Los dispositivos que se muestran en la Tabla 1 son los seleccionados para realizar el análisis.

**Tabla 1.** Dispositivos de medición utilizados en el análisis

MODELO DEL MEDIDOR	FABRICANTE	PAÍS DE ORIGEN	SISTEMA	TENSIÓN (V)	CORRIENTE MÁXIMA (A)	CLASE DE PRECISIÓN
Gama 300	ELGAMA-ELEKTRONIKA	Lituania	Trifásico 4 hilos	120/208	60	1.0-2.0
ZME1	Landis+Gyr	Suiza	Trifásico 4 hilos	3x230/400	100	1.0-2.0
ACE 5000	Actaris	USA	Trifásico 4 hilos	3x230/400	100	1.0-2.0
ALPHA A1800	Elster Medidores S.A	USA	Trifásico 3 hilos	277/480	10	1.0-2.0
A3 ALPHA	Elster Medidores S.A	USA	Trifásico 4 hilos	480	20	2.0

La demanda energética de un país está relacionada con su Producto Interior Bruto (PIB), con su capacidad industrial y con el nivel de vida alcanzado por sus habitantes. El consumo de energía por habitante constituye, uno de los indicadores más fiables del grado de desarrollo económico de una sociedad. Esta relación puede comprobarse analizando los consumos por áreas geográficas, donde los países con mayor consumo per cápita tienen niveles más altos de bienestar económico. Según el Congreso Mundial de la Energía de 1998, el 20% de la población mundial consume el 80% de la producción energética comercial, referenciado en (Pérez y Silva, 2018).

Es más rentable invertir en eficiencia energética que en la producción de energía, esto debido a que se lograría un ahorro reduciendo el consumo de las numerosas instalaciones anticuadas y poco eficientes, evitándose así no producir el daño que conlleva la creación de nuevas centrales de generación. En Venezuela, la

energía eléctrica facturada en el año 2005 para usuarios residenciales fue de 18.736,58GWh, mientras que en el año 2012 fue de 31.677,55 GWh, representando un considerable incremento del 69,07 %.

Selección final de siete (7) categorías y pesos ponderados para el análisis comparativo, evaluando las características de los medidores seleccionaremos para fortalecer la etapa de comercialización de energía. Éstas se listan a continuación y cuya ponderación se muestra en la Tabla 2:

1. Capacidad para registrar datos (histórico del censo):
2. Corriente máxima.
3. Protocolo de comunicación con el exterior.
4. Cantidad de parámetros a medir.
5. Calidad de energía.
6. Seguridad (vulnerabilidad ante el hurto eléctrico).
7. Capacidad de censar más de una tarifa a la vez (multitarifa).

**Tabla 2.** Ponderación de las características seleccionadas

No.	Características	Ponderación
1	Capacidad de registro	4
2	Corriente máxima	2
3	Comunicación con el exterior	5
4	Cantidad de parámetros a medir	3
5	Calidad de la energía	1
6	Seguridad	7
7	Multitarifa	6

La Tabla 3 muestra los resultados obtenidos de la ponderación por cada tipo de medidor.

**Tabla 3.** Resultados de la ponderación

No.	Características	MODELO				
		GAMA 300	A1800	ALPHA A3	AC5000	ZME1
1	Capacidad de registro	5	4	3	1	1
2	Corriente máxima	4	1	3	1	5
3	Comunicación con el exterior	4	3	2	2	3
4	Cantidad de parámetros a medir	+	-	-	-	-
5	Calidad de la energía	5	3	2	2	1
6	Seguridad	5	3	2	3	1
7	Multitarifa	4	2	2	3	2

A través los resultados obtenidos de la comparación de los dispositivos estudiando, se propone la actualización y cambio de dispositivos de medición instalados en el estado actualmente por el dispositivo GAMA 300 con la finalidad de reducir pérdidas no técnicas en medición de energía para la empresa de distribución a nivel del parque industrial al cual se le presta servicio, además de un programa de adiestramiento y capacitación para el personal operario de dichos dispositivos, para su correcta instalación, utilización y mantenimiento.

## CONCLUSIONES

Se determinó una problemática en la zona de valencia, referente a los contadores de energía, se notaba que no existía una estandarización de los dispositivos de medición que se instalaban, la cual tuvo la finalidad mediante un método comparativo determinar cuáles fueron de los dispositivos instalados, la reducción de las pérdidas no técnicas, puesto estas incluyen toda aquella energía que no se factura ya sea por fraude, robo, entre otras.



Aplicado el método se determinó que el dispositivo GAMA 300 con una puntuación de (127) era el dispositivos que más puntuación obtuvo y por tanto contaba con mejores condiciones permitiendo distintos métodos de comunicación con el exterior, gran variedad de capacidad multitarifa, suficiente capacidad de memoria para guardar todo lo referente a parámetros para su funcionamiento y datos de consumo y tiene la capacidad de censar hasta 19 parámetros dando conocimiento de cómo se consume la energía.

Se determinó también que la existencia de los distintos dispositivos se debía a que antes de la unificación de todas las industrias eléctricas privadas en Corpoelec cada una instalaba su medidor, sin prestar atención a cuales instalaban las empresas rivales, esto genero graves luego de la unificación pues a la hora de la conexión cada operario seguía su norma generando corto circuitos en los medidores y dañándolos al instante. Fue necesario definir un punto de eficiencia energética pues es la razón de la instalación de dichos dispositivos pues sin ellos no se cobra por la energía que se entrega lo que genera pérdidas en las empresas distribuidoras de energía y por tanto el deterioro de las mismas.

## REFERENCIAS

- Acevedo, R. (2013). Análisis de la criticidad de los sistemas de distribución como parte fundamental en la prestación del servicio eléctrico. *Interciencia*, 38(7), 535-541
- Altomonte, H., Coviello, M., y Lutz, W. (2003). *Energías renovables y eficiencia energética en América latiana y el Caribe: restricciones y perspectivas*. Ciudad de México: CEPAL
- Betancur, D., Bianco, F., Boions, F., y Rey, M. (2010). Beneficios por reducción de pérdidas eléctricas en la red de Distribución al adoptarse niveles de tensión superiores en la media tensión. *Revista CIER*, 56
- CORPOELEC. (s.f.). *Corporación Eléctrica Nacional*. (CORPOELEC) Recuperado el 10 de 12 de 2018, de <http://www.corpoelec.gob.ve/>
- Crotte, I. (2011). Elementos para el diseño de técnicas de investigación: una propuesta de definiciones y procedimientos en la investigación científica. *Tiempo de educar*, 12(24), 277-297
- Gómez, J., Castán, R., Montero, J., Meneses, J., y García, J. (2015). Aplicación de tecnologías de medición avanzada como instrumento para la reducción de pérdidas. *Boletín IIE*, 39(4), 180-191
- Hérrnandez, R., Fernández, C., y Batista, P. (2006). *Metodología de la Investigación*. México: McGraw-Hill Editores
- Pérez, J., y Silva, D. (2018). *Comparación de dispositivos de medición de energía con enfoque de pérdidas no técnicas*. Valencia, Venezuela: Universidad de Carabobo
- Plata, G., Morantes, A., y Gualdrón, C. (2007). Impacto de los sistemas de medición en la valoración de las potencias y energía eléctrica. *Simposio Internacional sobre la Calidad de la Energía Eléctrica (SICEL)*. Bogotá
- Zapata, J., Virio, G., y Mijárez, R. (2001). *Medición de la energía eléctrica bajo esquemas libre de mercado*. Cuernavaca, México: Boletín Instituto de Investigaciones Eléctricas