



“IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA AMI COMO UNA SOLUCIÓN INTEGRAL AL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN Y COMERCIAL DE LA ANDE”

Abel Rios – FPUNA

Raul Amarilla – FPUNA

Rolando Rodríguez - ANDE

Vanderley Espínola – ITAIPU

Teresio Medina - ANDE

Paraguay

RESUMEN

Con el fin de reducir las pérdidas del sistema de distribución de energía eléctrica, se propone implementar un sistema de medición inteligente en la red de distribución en baja tensión. Este proyecto es un piloto que tiene como objetivo brindar una herramienta para el control en tiempo real de la red en baja tensión, a fin de reducir las pérdidas no técnicas y las averías en transformadores ocasionadas por sobrecargas. Se realizó una investigación para dilucidar los problemas dentro de la sistema de medición actual de la ANDE y se analizaron las diferentes infraestructuras de comunicación disponibles para la implementación de un sistema de medición inteligente adaptado a nuestra realidad. Fue elaborado entre los meses de Diciembre 2013 a Noviembre 2014. La zona que abarca el proyecto es el centro de distribución San Miguel ubicado en la ciudad de Asunción, debido a la alta densidad de carga, abarcando 8 alimentadores, 283 puestos de distribución y 11.152 usuarios. El sistema de medición inteligente permite obtener un control continuo sobre los parámetros eléctricos de la red de distribución, los medidores cuentan con distintas alarmas que se activan ante los posibles eventos, además de ofrecer datos precisos para la realización de los balances energéticos junto con el medidor totalizador, permitiendo detectar condiciones adversas. Monitorear el transformador de distribución es otra de las funciones del sistema, evitando que funcione en condiciones de sobrecarga. Con la evaluación de este proyecto se ha demostrado que el sistema propuesto es técnica y económicamente viable, dotándose de un sistema de medición inteligente, basado en una infraestructura de comunicación. Se recomienda para futuros trabajos, evaluar la posible implementación de una tarifa diferenciada, implementar la telemedición en áreas rurales y distantes.

PALABRAS CLAVES

1. Infraestructura de comunicación. 2. Distribución de energía eléctrica. 3. Infraestructura de medición avanzada. 4. Medición inteligente. 5. Pérdidas eléctricas.



1. DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO

1.1 Descripción del Trabajo

El trabajo analizó la problemática de las elevadas pérdidas eléctricas en distribución y se propuso la implementación de un sistema de medición inteligente para la red de distribución de la ANDE, a fin de poseer un monitoreo sobre la red, operar equipos de manera remota, tomar decisiones predictivas basadas en datos fiables, lográndose una disminución en las pérdidas eléctricas, mejorar la calidad del servicio y aumentar la eficiencia en las operaciones comerciales.

Se realizó un estudio técnico y económico que establece los requisitos necesarios para la implementación del mismo.

1.2 Justificación

Las pérdidas totales de energía eléctrica de la ANDE, alcanzaron, en el año 2013 (a febrero de 2014), un 30,28% en el Mercado Nacional, donde las pérdidas de transmisión ascienden a 6,73% y las pérdidas de distribución ascienden a 23,55%, las cuales se encuentran muy elevadas.

Las conexiones clandestinas, representan uno de los mayores males que afectan a la ANDE, ocasionando pérdidas financieras en el orden de USD 40 millones, como consecuencia de los 60 mil usuarios con conexiones irregulares, quienes se conectan de forma directa sin la utilización de los medidores. Esta situación no sólo perjudica los ingresos de la ANDE, sino también repercute en el suministro normal de energía eléctrica para las viviendas en regla.¹

Además la calidad del servicio, los gastos operativos, ingresos y morosidad son algunos de los factores de preocupación.

El sistema Advanced Metering Infrastructure (AMI) es un sistema inteligente de medición remota del consumo y parámetros del servicio eléctrico con posibilidades de

¹ ECHAURI, V; MAIDANA, J. (2014). Impacto financiero en la ANDE con la instalación de medidores electrónicos de energía eléctrica a los clientes de las categorías social, residencial y asentamientos.

XII SEMINARIO DEL SECTOR ELECTRICO PARAGUAYO - CIGRÉ
25 y 26 de Agosto de 2016

control y gestión sobre el suministro. Esto nos ofrece una poderosa herramienta para enfrentar la problemática planteada anteriormente y a su vez proporcionar diversas aplicaciones para la mejora del sistema comercial y de distribución.

El sistema ofrece una gran cantidad de beneficios entre los cuales se encuentran los siguientes

Reducción del hurto de energía eléctrica a través dispositivos de alerta y mediante la realización del balance energético (diferencia entre la energía medida en el PD, y la energía medida total de los usuarios).

Información acerca de los cortes de energía, (cortes breves desde 3 segundos hasta largas interrupciones del suministro con día / hora de inicio y fin), ayudan al análisis y solución de sus causas.

Mejora en la calidad del servicio, ya sea por niveles de tensión más adecuados, mejor equilibrio de carga entre fases, menores interrupciones por sobrecargas.

Mayor continuidad del servicio, reduciéndose las pérdidas por energía no suministrada en caso de ocurrencia de cortes del suministro por fallas del transformador.

Lectura remota, en consecuencia no es necesario aplicar horas hombre recorriendo la red para realizar la toma de lecturas, se eliminan los errores de lectura, de registro y de ingreso al sistema.

1.3 Finalidad del proyecto

Con el desarrollo del proyecto se logró:

Reducir el costo y tiempo operacional de lectura y facturación.

Detectar en forma remota y automática el hurto de energía.

Corte, reposición y limitación de corriente del servicio de forma remota.

Detectar apagones y aviso en tiempo real de caída y rehabilitación del servicio.

Flujo de datos bidireccional en los puntos de medida permitiendo un mayor control sobre la red de distribución.

Incremento en la exactitud y precisión de la medición.

Obtención de información fiable para reducir pérdidas técnicas.



Mejorar el balance de carga.

Disponer de un historial de datos.

Avecinar más al transformador a la plenitud de su vida útil.

Monitoreo de la calidad de la energía, potenciando el mantenimiento predictivo

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo general

Analizar la viabilidad técnica y económica de la implementación de un Sistema AMI.

1.4.2 Objetivos específicos

Analizar las pérdidas técnicas y no técnicas en distribución.

Identificar una zona de estudio para el correcto análisis del proyecto.

Analizar el Sistema AMI para su implementación.

Identificar el sistema de comunicación apropiado para el proyecto.

Proponer una infraestructura de comunicación.

Cuantificar el costo/beneficio de la implementación en el sistema de distribución de la ANDE.

Resaltar los beneficios a largo plazo que se encuentran incluidos en el sistema.

1.5 Beneficios del proyecto

Con la implementación de este sistema, la ANDE se benefició en forma directa, ya que cuenta con un sistema de medición avanzado, ligado a una fuerte infraestructura de comunicación, lo cual permite el control de la red de distribución, que sumado a las medidas complementarias reduce las pérdidas no técnicas, y junto con ello las pérdidas técnicas, posibilitando la planificación de la inversión en distribución basada en datos precisos, mejorando la rotación del dinero, la eficiencia y la confiabilidad. También, los usuarios del sistema eléctrico administrado por la ANDE obtienen una facturación más precisa y a tiempo, un mejor servicio al usuario, además de recibir un mejor producto

técnico entregado con una mayor confiabilidad (menor cantidad y duración de interrupciones) del suministro.

1.6 Localización física y cobertura espacial

El proyecto es un piloto desarrollado en el Centro de Distribución (CD) San Miguel, ubicado en la Ciudad de Asunción, con una cobertura de 8 alimentadores, 283 Puestos de Distribución (PD) y 11.152 usuarios en BT.

1.7 Actividades y tareas realizadas

- Pasantía en el departamento de estudios y normalización de operación y mantenimiento de distribución.
- Visita técnica al edificio central de la ANDE.
- Visita técnica al departamento de mediciones comerciales de la ANDE en el complejo de Boggiani.
- Visita técnica al departamento de lectura y senso ANDE.
- Visita técnica al departamento de facturación ANDE.
- Visita técnica al departamento de pérdidas ANDE.
- Visita técnica al departamento de gestión comercial ANDE.
- Visita técnica al departamento de cobranza ANDE.
- Visita técnica al departamento de operación comercial ANDE.
- Visita técnica al departamento de capacitación ANDE.
- Visita técnica al departamento de estudios estadísticos ANDE.
- Visita técnica al departamento de seguridad industrial ANDE.
- Visita técnica al departamento de control de pérdidas ANDE.
- Visita técnica a la división de operación de distribución ANDE.
- Visita técnica a la división de mantenimiento de distribución ANDE.
- Visita técnica al departamento de comunicaciones ANDE.
- Capacitación técnica sobre el combate al hurto y al fraude de energía, dictado en el Departamento de Mediciones Comerciales.

XII SEMINARIO DEL SECTOR ELECTRICO PARAGUAYO - CIGRÉ
25 y 26 de Agosto de 2016

- Procesamiento de datos teóricos.
- Diseño de la arquitectura AMI.
- Cuantificación de costos, beneficios y evaluación económica.
- Presentación del informe final.

1.7.1 Cronograma de actividades realizadas

Tabla I: Cronograma de actividades realizadas.

	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre
Propuesta de tesis												
Revisión Bibliográfica												
Pasantía												
Visitas técnicas a la ANDE												
Relevamiento de datos												
Contacto con los fabricantes												
Redacción del libro												
Evaluación financiera												

1.8 Métodos y técnicas

Para cumplir con el objetivo de disminuir las pérdidas en distribución se propuso la implementación del sistema AMI, partiendo de esta base, se inició la investigación, adquiriendo conocimientos acerca del tema.

Luego se realizó una pasantía en el departamento de estudios y normalización de operación y mantenimiento de distribución, aprovechando la oportunidad para recaudar las informaciones necesarias.

A modo de cuantificar los beneficios del sistema y realizar el análisis técnico y económico, se decidió realizar un proyecto piloto.

Una vez obtenidos los datos, se realizó la ingeniería de diseño en base a los mismos.

Comprobada la factibilidad técnica, se realizaron análisis económicos y financieros, tomando como horizonte del proyecto 15 años y se demostró la factibilidad económica del proyecto.



1.9 Recursos y herramientas necesarios

1.9.1 Humanos

La elaboración del proyecto se llevó a cabo por dos estudiantes, con la tutoría de profesores de la materia de medición de energía eléctrica de la carrera de Ingeniería Eléctrica, y la revisión de un profesional del área de metodología de la FP-UNA.

1.9.2 Materiales

Se tomó como referencias materiales los siguientes:

Referencias bibliográficas del Centro de Información y Cultura de la Facultad Politécnica de la Universidad Nacional de Asunción.

Materiales y Datos proveídos por ANDE.

Computadoras conectadas a Internet.

1.10 Factibilidad técnica

Con el proyecto se ha logrado disminuir las pérdidas no técnicas hasta niveles aceptables a través de los mecanismos de alerta y los balances energéticos, que permitieron identificar los puntos de conflicto e intervenirlos para su corrección, el medidor totalizador ubicado en el PD, permite realizar el monitoreo de los transformadores de distribución, la información permite evitar las sobrecargas, desequilibrio de cargas, bajo FP, y demás causas que impliquen una disminución en la vida útil del transformador y de la línea de distribución reduciendo así las pérdidas técnicas.

Además se ha mejorado la eficiencia en cuanto a lecturas y facturación. Disminuir las fallas en el suministro de energía eléctrica, mejorando la calidad de servicio a los usuarios.

1.11 Factibilidad económica

1.11.1 Consideraciones generales

Para la evaluación financiera se tomaron las siguientes consideraciones:

Los costos de equipos y el Software (licencias), son precios (CIF) actuales de mercado.

El cambio de divisa (Guaraníes por Dólar Estadounidense - Gs/USD) se consideró a 4.500.

En el proyecto piloto se analizó la instalación inicial de 283 medidores trifásicos totalizadores de conexión indirecta, ubicados cada uno en su Puesto de Distribución respectivo, 4.294 equipos de medición monofásicos de conexión directa y 6.858 equipos de medición trifásicos de conexión directa. Para cubrir la zona elegida para el piloto la cual consta de aproximadamente la misma cantidad de puntos de medición.

Horizonte del Proyecto: 15 años.

1.11.2 Viabilidad del proyecto

Se realizó el análisis económico y financiero del Proyecto, teniendo en cuenta a los tres fabricantes, obteniendo los siguientes resultados

Tabla II: Resultados obtenidos para los tres casos propuestos.

Caso 1	VAN	TIR
Analisis economico	8.636.745,06	34,65%
Analisis F. Propia	4.329.439,40	19,00%
Analisis F. Mixta	4.506.464,21	28,01%

Caso 2	VAN	TIR
Analisis economico	9.559.933,28	43,59%
Analisis F. Propia	5.848.386,34	26,09%
Analisis F. Mixta	6.001.057,99	59,55%

Caso 3	VAN	TIR
Analisis economico	6.175.590,91	22,42%
Analisis F. Propia	425.708,25	8,60%
Analisis F. Mixta	654.327,33	9,53%

Con esto, se ha demostrado la viabilidad económica y financiera del proyecto.



BIBLIOGRAFIA

- DE NIGRIS, Michelle. MANLIO, Coviello. Smart grids in Latin America and the Caribbean. Economic Commission for Latin America and the Caribbean (ECLAC). 2012. 116 pág.

- DECONINCK, Geert. 2007. An evaluation of communication jeans for smart metering in Flanders. Esat/Electa. Flandes, Belgica. 56 pág.

- ECHAURI, V; MAIDANA, J. Impacto financiero en la ANDE con la instalación de medidores electrónicos de energía eléctrica a los clientes de las categorías social, residencial y asentamientos. ANDE. 2014. 12 pág.

- HARRISON, Simon. SRMS and Beyond - Local Communication Development. Energy Retail Association (ERA). Inglaterra. 2008.

- HUIDOBRO, José; MARTÍNEZ, David. Comunicaciones en Redes WLAN: Wifi, Voip, Multimedia, Seguridad. Cap. 7. 2011. 169 pág.

- LÓPEZ REYES, Luis. Análisis de alternativas de desarrollo de sistemas de medida avanzada bajo el concepto de redes inteligentes en CHILECTRA S.A. Trabajo de Grado (Ingeniería eléctrica) Universidad de Chile. 2008. 137 pág.

- ORTIZ, A; LEHTENEN M.; MANANA, M.; RENEDO, C.; Eguiluz, L. I. Energy meter behaviour under non sinusoidal conditions. Paper IEEE, Universidad de Cantabria. España. 2006. 22 pág.

- PETROV, Konstantin. Regulatory aspects of smart metering. ERA licens and competition committee KEMA International B.V. 2010. 72 pág.

- ZAPATA, Juan; VIDRIO, Gilberto; GÓMEZ, José. Medición de la energía eléctrica bajo esquemas de libre mercado. Instituto de investigaciones eléctricas. Boletín IIE. México. 2001. 122 pág.