

# “DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN PROTOTIPO PARA MONITOREO Y CONTROL REMOTO MEDIANTE GSM/GPRS, DE TABLEROS DE MEDIDORES COMERCIALES DE LA EMPRESA ELÉCTRICA RIOBAMBA S.A.”

Pazmiño Cisneros Carlos Andrés. Romero Venegas Dennys Marcelo

*Departamento de Eléctrica y Electrónica de la Escuela Politécnica del Ejército Extensión Latacunga*

**Abstract**—*El presente proyecto consiste en diseñar un sistema de control in situ y remoto por vía GSM, sobre la manipulación no autorizada sobre los tableros de medidores de la EERSA, con lo cual se controlaría las intrusiones de terceros, disminuyendo Pérdidas no Técnicas (PTN).*

*Dicho sistema deberá proveer una señal de alarma, que se transmitirán e forma remota vía GSM a la PC de la central, a la vez que desconectará las barras principales del tablero una vez se haya desarrollado una intrusión no permitida tanto en el gabinete de medidores como en el de barras.*

*Además deberá permitir la desconexión/conexión del suministro energético en forma remota a los usuarios que adeuden a la EERSA, mediante un telemando con soporte informático, es decir, a través de una aplicación de computadora.*

**Palabras claves**—GSM, Pérdidas No Técnicas, remota, telemando,

## I. INTRODUCCIÓN

En el ámbito nacional e internacional, el hurto de energía genera pérdidas millonarias a las empresas eléctricas distribuidoras, representando una reducción de sus ingresos por los consumos no facturados, incrementos de gastos por la compra de energía y transporte, reducción de la disponibilidad de la capacidad instalada y reducción del periodo de vida útil de sus equipos [1].

Este incremento en los costos de las empresas distribuidoras, generalmente es trasladado a los usuarios, reflejándose en elevados valores de las tarifas eléctricas.

En nuestro país el uso no autorizado de energía es un delito y como tal, es considerado como una materia de seguridad pública, de tal suerte que los casos que son descubiertos y normalizados, previa investigación, representan verdaderos riesgos que pueden conducir a daños en la propiedad privada, daños personales e inclusive la muerte.

El problema básico radica en la presencia de sistemas eléctricos obsoletos o no estandarizados y sin control alguno, la falta de inversión, la falta de compromisos corporativos, el desorden administrativo, la cultura hacia el uso no autorizado de energía “hurto” arraigada en los clientes por la falta de medidas que minimicen su incidencia, todos estos derivados del caos en que se desarrolló o se sigue desarrollando el proceso de electrificación de los diferentes niveles de gestión involucrados.

Para optimizar el Control y la Reducción de las Pérdidas de Energía, es imprescindible mejorar e intensificar las técnicas de supervisión y el control de consumo de energía de los diferentes clientes y de los sistemas de medición utilizados, manteniendo para el efecto grupos debidamente autorizados y capacitados para la recuperación de energía, mal registrada en algunos casos, mal facturada en otros casos o ilícitamente utilizada por los diferentes estratos.

## II. MARCO TEÓRICO

### A. Pérdidas No Técnicas

Relacionadas principalmente con la ineficiencia de los sistemas de medición, de control, facturación y recaudación, así como los errores administrativos, y del grado de automatización de los procesos de comercialización y atención

al cliente. Son el resultado de la utilización ilegal de la energía, convirtiéndose en pérdidas financieras para las empresas distribuidoras. Las pérdidas no técnicas, también denominadas pérdidas negras, están compuestas por:

- Accidentales, las cuales tienen su origen en el mal uso u operación de los elementos y equipos de los circuitos eléctricos, tal es el caso de un conexionado erróneo.
- Administrativas, energía que por algún motivo no se contabiliza: usuarios sin medidores (tomas directas).
- Fraudulentas, referidas a la energía que toman algunos consumidores utilizando algún mecanismo para reducir o evadir el registro de consumo de energía, como se puede observar en la Figura 1.



Figura. 1 Frenado forzado del disco o rotor del medidor de energía eléctrica.

Es posible obtener un buen control de las pérdidas no técnicas a través de procedimientos de diseño y automatización para el dimensionamiento óptimo de los elementos y equipos de los circuitos eléctricos para que las pérdidas por este concepto se puedan llevar a niveles aceptables[2].

#### B. Elementos constitutivos de la comunicación GSM

Los elementos primordiales que constituyen la comunicación GSM, y que en éste proyecto son motivo de estudio se pueden observar en la Figura 2 y son:

- Microcontrolador que es un circuito integrado que incluye en su interior las tres unidades funcionales de una computadora: unidad central de procesamiento, memoria y periféricos de entrada y salida. El funcionamiento de los microcontroladores está determinado por el programa almacenado en su memoria. Este puede escribirse en distintos lenguajes de programación. Además, la mayoría de los microcontroladores actuales pueden reprogramarse repetidas veces [3].
- Tarjeta SIM, se utiliza en los teléfonos móviles y sirve para almacenar de forma segura la clave de servicio del suscriptor usada para identificarse ante

la red, de forma que sea posible cambiar la línea de un terminal a otro simplemente cambiando la tarjeta.

- Módem GSM que es un dispositivo inalámbrico que funciona en la red GSM, utilizada mundialmente para comunicación entre dispositivos móviles. Puede verse como un teléfono celular al cual se le ha adaptado una interfaz serial RS232, con el objeto de ser controlado por medio de una computadora. A través de dicho módem puede realizarse enlaces para transmisión de voz, fax, datos, comunicación por internet y mensajes SMS.



Figura.2 Elementos en la red GSM

### III. DISEÑO ELÉCTRICO Y ELECTRÓNICO

Previo al diseño eléctrico y electrónico de los elementos del sistema de potencia y control de tableros de medidores, se obtiene datos de estudios previos que muestran el porcentaje de PNT existentes, así como valores de voltaje, corriente y factor de potencia.

#### A. Diseño del circuito de potencia

Se necesita utilizar un contactor que soporte 100 A nominales de acuerdo a cálculos realizados a partir del transformador instalado, siendo: monofásico a tres hilos de 25KVA, de tensión en el primario de 13200/7620 V y en el secundario 240/120 V, utilizando la Ec. 1; además debe ser clase 1, debido a que se tiene una carga casi netamente resistiva.

$$S = V \times I \text{ KVA} \quad \text{Ec. 1}$$

$$I_n = \frac{S}{V} \text{ A}$$

$$I_n = \frac{25 \text{ KVA}}{120 \text{ V}} = 208.33 \text{ A}$$

Donde:

S: Potencia aparente.

V: Voltaje.

I: Corriente.

In: Corriente nominal.

El resultado obtenido es la corriente nominal total en el secundario del transformador con referencia al neutro, pero al ser monofásico a tres hilos significa que se tiene una fase dividida (X1 y X2) y un neutro (X0), por lo que esta corriente se fracciona, y para poder obtener la corriente de cada fase se debe utilizar la Ec. 2:

$$I_{\text{fase}} = \frac{I_n}{\# \text{ fases}} \text{ A} \quad \text{Ec. 2}$$

$$I_{\text{fase}} = \frac{208.3\text{A}}{2} = 104.1 \text{ A}$$

Donde:

$I_n$ : Corriente nominal

$I_{\text{fase}}$ : Corriente pro cada una de las fases X1, X2.

Se utiliza un contactor (K1) de 25 A, el cual funciona con lógica inversa, ya que posee 4 polos normalmente cerrados, estos polos se conectan en paralelo entre ellos para dividir la carga como se muestra en la figura 3.

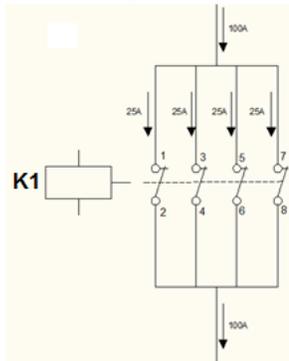


Figura 3. Esquema de conexión del contactor.

### B. Diseño del circuito de control

El principal elemento del circuito de control es el microcontrolador y de la gran familia existente se seleccionó el Atmega 16 debido a las siguientes características:

- Tiene 32 registros de propósito general de 8 bits. Los registros de entrada/salida y la memoria de datos forman un solo espacio de localidades, que se acceden mediante operaciones de carga y de almacenamiento.
- 32 pines de E/S para propósito general.
- Un Puerto serial SPI (Serial Peripheral Interface).

Para el sistema de actuación desde el microcontrolador hasta el contactor, es necesario utilizar relés debido a que son dispositivos muy pequeños y compactos con buenas características mecánicas y eléctricas, lo que les dota de una alta confiabilidad, se decide utilizar el relé miniatura de alta potencia HK3FF-DC 5V, dicho relé es el que va permitir energizar la bobina del contactor.

Como interfaz para la conexión entre el Modem GSM y el microcontrolador ATMEGA16 se utilizó el circuito integrado MAX 232 debido a que convierte las señales del puerto serial RS 232 a señales compatibles con los niveles TTL y sirve como interfaz de transmisión y recepción de las señales para RX y TX.

Las entradas de recepción de RS-232 (las cuales pueden llegar a  $\pm 25$  V), se convierten al nivel estándar de 5 V de la lógica TTL.

## IV. CONCLUSIONES

Se diseñó un sistema de cierre/apertura de barras de distribución que se encuentran en los tableros de medidores, este diseño se realizó con contactores de potencia los cuales funcionan bajo condiciones de lógica inversa. Además un sistema de conexión/desconexión remoto mediante comunicación GSM por medio de un microcontrolador y dos módems que permiten gestionar señales de alarma, apertura y cierre de barras desde un terminal de computador cualquiera ubicado en las oficinas centrales de la empresa eléctrica.

Por medio de este prototipo se logró reducir las pérdidas no técnicas en este circuito de una forma considerable ya que antes de la instalación en el año 2012 cualquier persona, sea parte del edificio o una persona particular tenía libre acceso al tablero de medidores para hacer trabajos no autorizados.

## V. RECOMENDACIONES

Debido a pruebas realizadas si en un futuro el proyecto se lo quiere implementar en forma masiva, se debería tener una bases de datos que permita al personal de la empresa eléctrica tener un informe del historial tanto de las aperturas no autorizadas como de la desconexión/conexión de los diferentes usuarios.

Al momento de diseñar el circuito de potencia, es necesario tener en cuenta que éstos no pueden dejar sin servicio eléctrico a los usuarios por alguna falla en el sistema de control y que se vayan a activar/desactivar por error, la suspensión del servicio eléctrico solamente puede ser de forma intencional y justificada (deuda, conexiones directas, etc.) o por fallas propias de la red de distribución.

## REFERENCIAS

- [1] Tama, Alberto. Experiencias y Metodologías por parte de la Empresa Eléctrica del Ecuador Inc. En la reducción y control de las Perdidas de Energía. Recuperado en enero del 2013 en <http://www.slideshare.net/albertama/control-de-perdidas-de-energia>
- [2] Norma Ecuatoriana De Construcción NEC-10 Parte 9-1 Instalaciones Eléctricas en Bajo Voltaje, Disposiciones aplicables a Tableros de Distribución. Recuperado en enero del 2013 en <http://www.cicp-ec.com/pdf/4.%20INST.ELECTROMECC3%81NICAS-1.pdf>
- [3] Procesos de desarrollo y partes del microcontrolador. Recuperados en enero del 2013 en [http://web.ing.puc.cl/~mtorrest/downloads/pic/tutorial\\_pic.pdf](http://web.ing.puc.cl/~mtorrest/downloads/pic/tutorial_pic.pdf)

## BIOGRAFÍA

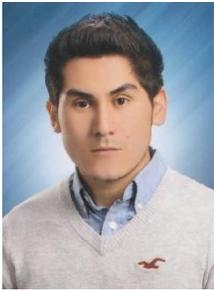
**Pazmiño Cisneros Carlos Andres**, nació en Quito-Pichincha.  
carlosp999@hotmail.com



Cursó sus estudios secundarios en el Colegio Técnico Superior "Julio Moreno Espinosa" de la ciudad de Santo Domingo de los Tsáchilas, en donde logró el título de Bachiller especialización Físico Matemático.

Sus estudios superiores los realizó en la Escuela Politécnica del Ejército, Extensión Latacunga (ESPE-L), en donde obtuvo el título de Ingeniero Electromecánico en Abril del 2013 en la ciudad de Latacunga.

**Romero Venegas Dennys Marcelo**, nació en Riobamba-Chimborazo.  
dm.romero@repsol.com



Cursó sus estudios secundarios en el Instituto Técnico Superior "Bolívar" de la ciudad de Ambato, en donde logró el título de Bachiller en Ciencias especialización Físico Matemático.

Sus estudios superiores los realizó en la Escuela Politécnica del Ejército, Extensión Latacunga (ESPE-L), en donde obtuvo el título de Ingeniero Electromecánico en Abril del 2013 en la ciudad de Latacunga.