

**ANÁLISIS Y ESTUDIO PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE MEDIDORES  
ELECTRÓNICOS PARA SUMINISTRO DEL SERVICIO DE ENERGÍA  
ELÉCTRICA PREPAGADA**

**LUIS HUMBERTO PENAGOS FIERRO**

**Director de Pasantía Supervisada:  
ING. JESUS DAVID QUINTERO POLANCO**

**UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
PROGRAMA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA  
NEIVA, 2012**

**ANÁLISIS Y ESTUDIO PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE MEDIDORES  
ELECTRÓNICOS PARA SUMINISTRO DEL SERVICIO DE ENERGÍA  
ELÉCTRICA PREPAGADA**

**LUIS HUMBERTO PENAGOS FIERRO**

Trabajo de Grado presentado para optar al título de  
**Ingeniero Electrónico.**

**Director de Pasantía Supervisada:  
ING. JESUS DAVID QUINTERO POLANCO**

**UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
PROGRAMA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA  
NEIVA, 2012**

## **Nota de Aprobación.**

El trabajo de grado titulado **“ANÁLISIS Y ESTUDIO PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE MEDIDORES ELECTRÓNICOS PARA SUMINISTRO DEL SERVICIO DE ENERGÍA ELÉCTRICA PREPAGADA”**, presentado por el estudiante LUIS HUMBERTO PENAGOS FIERRO, para optar al título de Ingeniero Electrónico fue revisado por el jurado y calificado como:

APROBADO.

---

Ing. Jesús David Quintero Polanco  
Director de Pasantía Supervisada. Universidad Surcolombiana.

---

Ing.  
Jurado. Universidad Surcolombiana.

---

Ing.  
Jurado. Universidad Surcolombiana.

*“A Dios, por haberme permitido lograr alcanzar este sueño.  
A mis Padres, por su amor y dedicación incondicional en mi formación.  
A mis Hermanas Angélica, Patricia e Ingrid por sus ánimos y compañía.  
A Ana Milena Artunduaga por su apoyo total y experiencias compartidas.  
A mis maestros por entregarme parte de su conocimiento.  
Y a todas aquellas personas que directa o indirectamente lograron cambios en  
mi formación personal y profesional.  
Es mi deseo como sencillo gesto de agradecimiento dedicarles a todas estas  
personas mi humilde obra de Trabajo de Grado plasmado en el siguiente  
informe.”*

**LUIS HUMBERTO PENAGOS FIERRO**

## **AGRADECIMIENTOS**

Al Ingeniero y director de mi pasantía supervisada Jesús David Quintero Polanco, por su apoyo y orientación para la finalización de este proyecto.

A los ingenieros Alberto Bladimir Solís, Pablo Emilio Parra Díaz, compañeros de oficina en especial a Fredy Hernán Guzmán Arenas y Luís Fernando Mosquera de ELECTROHUILA S.A. E.S.P. quienes estuvieron apoyando de forma progresiva la ejecución de mi proyecto.

A mis amigos y compañeros de clase en especial a Alfonso Hoyos Macías, Yamid Alejandro Cerquera, Manuel Enrique Aldana, Yennifer Sanabria, Eliana Tacan y todos aquellos que me apoyaron en mi transcurso por la universidad Surcolombiana.

A mi tío Oscar Mauricio Penagos y amigos Edison Méndez, Diego Calderón por ser en muchas ocasiones mi ancla y lograron reubicarme hacia mis objetivos.

A mi familia por las diferentes palabras de aliento, maestros por su conocimiento y todos mis compañeros por luchar hacia un mismo objetivo; agradezco infinitamente su compañía y colaboración para llevar a cabo esta meta.

***LUIS HUMBERTO PENAGOS FIERRO***

## **CONTENIDO**

	<b>Pág.</b>
<b>INTRODUCCIÓN</b>	<b>18</b>
<b>I. OBJETIVOS</b>	<b>19</b>
1.1 Objetivo General	19
1.2 Objetivos Específicos	19
<b>II. ASPECTOS GENERALES</b>	<b>20</b>
2.1 Fundamento Matemático de los Medidores de Energía Eléctrica.	20
2.2 Clasificación de los Medidores de Energía Eléctrica.	22
2.2.1 Medidores Electromecánicos.	22
2.2.1.1 Funcionamiento medidor electromecánico.	23
2.2.2 Medidores Electromecánicos con Registro Electrónico.	24
2.2.3. Medidores Totalmente Electrónicos.	25
2.2.3.1 Funcionamiento medidor electrónico.	26
<b>III. SISTEMA PREPAGADO</b>	<b>28</b>
3.1. Historia Medición Prepago.	28
3.1.1 Medición Prepago en Colombia.	29
3.1.2 Medición Prepago en Sudáfrica.	32
3.2. Medidor Prepago.	34
3.2.1 Transferencia de Crédito del Punto de Venta al Medidor.	34
3.2.1.1. Medidores de Monedas.	35
3.2.1.2. Medidores de Boletos.	35
3.2.1.3. Medidores con Tarjetas Magnéticas.	36
3.2.1.4. Medidores con llave.	36

3.2.1.5. Medidores de tarjeta inteligente (Smart Card).	37
3.2.1.6. Medidores con teclado.	38
<b>IV. SERPRE S.A.</b>	<b>39</b>
4.1. Productos SERPRE S.A.	39
4.1.1. Medidor CCR-SPOC MTO12.	39
4.1.2. Medidor CCR-SRPR0525	40
4.1.3. Dispositivo de lectura y escritura de la tarjeta óptica.	41
4.1.4. Display SRPR0515.	42
4.1.5. Concentrador SRPR 0529P.	43
4.2. Sistemas para el servicio de energía eléctrica prepagada.	44
4.2.1. Sistema de energía prepagada con tarjeta óptica.	45
4.2.1.1. Medidor con tarjeta óptica CCR-SPOC MTO12.	45
4.2.1.2. Puntos CAR.	46
4.2.1.3. Administrador Global del Sistema.	47
4.2.1.4. Razones para decidirse por el sistema prepago.	50
4.2.2. Sistema de medida centralizada con forma prepagada.	51
4.2.2.1. Medidor con sistema inalámbrico CCR-SRPR0525.	53
4.2.2.2. Administrador Global del Sistema de medida centralizada.	55
<b>V. ELO SISTEMAS ELECTRÓNICOS S.A.</b>	<b>56</b>
<b>VI. ELSTER MEDIDORES S.A.</b>	<b>58</b>
6.1. Sistema de medición GARNET.	58
6.1.1. Repetidor.	59
6.1.2. Concentrador.	60
6.1.3. Medidores Monofásicos A100C / A102C.	61
6.1.4. Pantalla Remota.	62
6.1.3. Colector.	64

6.2. Sistema de Comunicación del Garnet.	65
6.2.1. Red Local (LAN).	65
6.2.1.1. Unidad de Comunicación Local – UCL.	66
6.2.2. Red de larga distancia (WAN).	66
6.2.2.1. Unidad de Comunicación Remota – UCR.	67
<b>VII. LIMITACIONES, SELECCIÓN Y PRESENTACION DE PROPUESTAS.</b>	<b>69</b>
7.1. Limitaciones.	69
7.2. Selección de la Empresa.	70
7.3. Propuesta.	70
7.3.1. Propuesta: “Casetas ubicadas en la calle 7 en la Estación del Ferrocarril”.	71
7.3.2. Propuesta: “Puntos de ventas informales y conectados a la red eléctrica directamente (Fraude)”	74
7.4. Ventajas de la implementación de cualquier propuesta.	76
<b>VIII. RESULTADOS Y RECOMENDACIONES.</b>	<b>78</b>
<b>IX. CONCLUSIONES.</b>	<b>79</b>
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.</b>	<b>81</b>
<b>ANEXOS</b>	<b>83</b>

## LISTA DE TABLAS

	<b>Pág.</b>
<b>Tabla 1.</b> Comparación de costos.	<b>51</b>
<b>Tabla 2.</b> Mensajes según codificación de la pantalla remota.	<b>63</b>
<b>Tabla 3.</b> Características técnicas de la antena Quad Band.	<b>68</b>
<b>Tabla 4.</b> Presupuesto primera propuesta.	<b>73</b>
<b>Tabla 5.</b> Ubicación de usuarios conectados sin medidor.	<b>74</b>
<b>Tabla 6.</b> Presupuesto segunda propuesta.	<b>75</b>
<b>Tabla 7.</b> Costo de ELECTROHUILA por la realización de las labores.	<b>76</b>
<b>Tabla 8.</b> Costo de ahorro en la implementación por un año.	<b>77</b>

## LISTA DE FIGURAS

	<b>Pág.</b>
<b>Figura 1.</b> Medidor de Energía Eléctrica de Tipo Electromecánico.	<b>22</b>
<b>Figura 2.</b> Dígitos para la lectura del medidor.	<b>23</b>
<b>Figura 3.</b> Funcionamiento de un Medidor Electromecánico.	<b>23</b>
<b>Figura 4.</b> Medidor Electromecánico con Registro Electrónico.	<b>25</b>
<b>Figura 5.</b> Medidor de Energía Eléctrica de tipo Electrónico.	<b>26</b>
<b>Figura 6.</b> Diagrama de Bloques del Funcionamiento de un Medidor Electrónico.	<b>27</b>
<b>Figura 7.</b> Línea Temporal de la Medición Prepago.	<b>29</b>
<b>Figura 8.</b> Sistema Prepago.	<b>32</b>
<b>Figura 9.</b> Venta prepago online.	<b>33</b>
<b>Figura 10.</b> Medidor Prepago.	<b>34</b>
<b>Figura 11.</b> Tarjeta Magnética.	<b>36</b>
<b>Figura 12.</b> Llave para transferencia de información.	<b>37</b>
<b>Figura 13.</b> Tarjeta Inteligente o Smart Card.	<b>37</b>
<b>Figura 14.</b> Medidor CCR-SPOC.	<b>40</b>
<b>Figura 15.</b> Medidor CCR-SRPR0525.	<b>41</b>
<b>Figura 16.</b> Dispositivo de Recarga de las tarjetas ópticas.	<b>42</b>
<b>Figura 17.</b> Display SRPR0515.	<b>43</b>
<b>Figura 18.</b> Concentrador SRPR 0529P.	<b>43</b>
<b>Figura 19.</b> Enlaces de los puntos CAR, Centro de Computo y Servidores SERPRE.	<b>47</b>

<b>Figura 20.</b>	Software AGS.	<b>48</b>
<b>Figura 21.</b>	Sistema de medida centralizada postpago o prepago.	<b>52</b>
<b>Figura 22.</b>	Sistema de medida centralizada ExA.	<b>56</b>
<b>Figura 23.</b>	Módulo monofásico.	<b>57</b>
<b>Figura 24.</b>	Caja de medición.	<b>57</b>
<b>Figura 25.</b>	Sistema de medición Garnet.	<b>59</b>
<b>Figura 26.</b>	Repetidor.	<b>60</b>
<b>Figura 27.</b>	Concentrador.	<b>61</b>
<b>Figura 28.</b>	Sistema de medida centralizada E Medidor A100C/ A102C.	<b>62</b>
<b>Figura 29.</b>	Pantalla Remota.	<b>63</b>
<b>Figura 30.</b>	Colector inalámbrico.	<b>64</b>
<b>Figura 31.</b>	Cotización de la implementación de la prueba piloto.	<b>70</b>
<b>Figura 32.</b>	Ubicación de las casetas y el billar.	<b>71</b>
<b>Figura 33.</b>	Ubicación de las estructuras importantes en la ejecución del proyecto.	<b>72</b>

## LISTA DE ANEXOS

	<b>Pág.</b>
<b>ANEXO A.</b> Manual de usuario software AGS.	<b>83</b>
<b>ANEXO B.</b> Manual de configuración del conjunto GARNET.	<b>89</b>
<b>ANEXO C.</b> Manual de instalación del conjunto GARNET.	<b>92</b>
<b>ANEXO D.</b> Manual para la substitución de equipos del conjunto GARNET.	<b>97</b>
<b>ANEXO E.</b> Identificación y corrección de problemas en el conjunto GARNET.	<b>100</b>

## **GLOSARIO**

### **Acometida**

Es la red que abarca desde el punto de toma de la red eléctrica de la empresa prestadora del servicio y finaliza en el medidor del usuario.

### **CPU**

Es la unidad central de procesamiento y es como el cerebro de cualquier microprocesador o en este caso de nuestro medidor.

### **CREG**

Comisión de Regulación de Energía y Gas es la entidad encargada de regular que los servicios de gas y energía se efectúen bajo ciertas normas técnicas.

### **Desencriptar**

Proceso contrario a encriptar, aquí por medio del protocolo establecido se extrae la información escondida en un archivo encriptado.

### **Encriptar**

Es el proceso que se le aplica a un archivo o información para hacer que cualquier otra persona no comprenda su contenido y enviar el protocolo para que el destino pueda comprenderla.

### **Energía Activa**

La energía activa es la necesaria para la ejecución de un trabajo útil: mecánica (movimiento o fuerza), lumínica, térmica, química, etc. Esta energía es la realmente la consumida en una instalación eléctrica. A lo largo del tiempo es la energía activa se mide en (kWh).

### **Energía Reactiva**

La energía reactiva en realidad no produce un trabajo útil, debido a que su valor medio es nulo. Aparece en una instalación eléctrica en la que existen motores con bobinas, condensadores y es necesaria para crear campos magnéticos y eléctricos en dichos componentes. Se mide en voltiamperios reactivos (KVAR). Las empresas prestadoras del servicio eléctrico mide la

energía reactiva con el contador (kVArh) y si se superan ciertos valores, incluye un término de penalización por reactiva en la factura eléctrica.

### **GPS**

Global Positioning System; proporciona información sobre el posicionamiento de cualquier objeto de manera global por medio de la comunicación satelital.

### **GSM/GPRS**

Sistema Global de comunicaciones Móviles donde se transmite información por medio de las redes de telefonía celular por paquetes y su velocidad está comprendida entre los 56:114 Kbps.

### **HalfDuplex**

Significa que el protocolo de comunicación es de manera bidireccional sin embargo no pueden suceder ambas al mismo tiempo.

### **Topología red Mesh**

Red inalámbrica en malla donde todos sus nodos se encuentran conectados, de tal manera si la comunicación con alguno se interrumpe se toma ruta alternativa por medio de los otros nodos.

### **Vatímetro**

Es un instrumento de medición para medir la potencia eléctrica de un circuito cualquiera.

### **Voltaje o corriente RMS**

Es el valor cuadrático medio que se aplica a una señal variable en este caso el voltaje y corriente; por ejemplo cuando decimos que en nuestra vivienda tenemos 120 o 240 voltios este valor es el voltaje RMS.

### **Tecnología Zigbee**

Es una especificación que define una solución para comunicaciones inalámbricas de bajo coste y consumo con vistas a constituir la base del desarrollo de redes ubicuas.

## RESUMEN

En ELECTROHUILA S.A. E.S.P. ingresé como pasante universitario donde me desempeñé en diferentes labores de apoyo técnico; entre las cuales se encontraba realizar el análisis y estudio de contadores electrónicos con sistema prepagado, para promover su posibilidad en la implementación de este sistema y reemplazar el actual adquiriendo las diferentes ventajas que se contraerían con ello.

Como primera medida, nos enfocamos en realizar el análisis y sus avances de diferentes empresas del país las cuales ya han aplicado el sistema prepagado para la prestación de servicio de energía eléctrica como EPM (Empresas Públicas de Medellín) y ESSA (Electrificadora del Santander). Donde encontramos que estas empresas han recibido los contadores con sistema prepagado de parte de SERPRE, con muy buenos resultados la aplicación de estas pruebas pilotos y su posterior implementación en diferentes sectores donde se encuentran ubicados sus clientes.

Se realizó una visita técnica a la ciudad de Bogotá adquiriendo la información bastante completa del sistema de contadores prepagado de parte de la empresa SERPRE; sin embargo era necesario conocer otros sistemas y características de diferentes empresas que se les indicó nuestro interés y realización de nuestro proyecto.

De tal manera la empresa INRESA Ingeniería y Representaciones S.A. dio a conocer su portafolio de productos que representan la compañía ELO Sistemas Electrónicos S.A. (Brasil) con temas relacionados en medida centralizada y prepagada mediante módulos con comunicación establecida a una central de la cual se realizaría el respectivo control.

Investigando aun más, encontramos una compañía llamada ELSTER Medición de Energía Ltda. (Brasil) la cual es pionera a nivel mundial con sus contadores de energía eléctrica. La cual ofrecía un servicio bastante completo instalando diferentes equipos para la medición centralizada y prepagada.

En consecuencia y debido a diferentes limitaciones que se presentaron que se exponen en este informe se entregó dos diferentes propuestas para la adquisición de los equipos de la compañía de SERPRE por ser de mayor

disponibilidad de adquisición y menor costo económico. Por demora en el tiempo de tomar la decisión por parte de ELECTROHUILA S.A. E.S.P. se expone el estudio a los interesados y se procede a la realizar este informe sin haber logrado la implementación.

## **ABSTRACT**

In ELECTROHUILA Inc. E.S.P. enter college as an intern where I served in various technical support work among whom was carrying out the analysis and study of electronic meters with prepaid system, to promote their ability to implement this system and replace the existing acquiring the different advantages would contract with it.

As a first step, we focus on making the analysis and progress of different companies in the country which have already implemented the prepaid system to provide electricity service as EPM (Medellin Public Enterprises) and ESSA (Power Authority of Santander). We find that these companies have received the prepaid system counters from SERPRE, with very good results applying these pilot tests and its implementation in different sectors where customers are located.

We conducted a technical visit to the city of Bogotá acquiring the information fairly complete system of prepaid meters the company SERPRE but was necessary to know other systems and features of different companies were told that our interest and realization of our project .

Thus the company INRESA Engineering and Representations S.A. providing its portfolio of products that represent the company's Electronic Systems SA ELO (Brazil) with central issues in measuring and prepaid through established communication modules with a power of which would make the respective control.

Further investigation found a company called Energy Metering Elster Ltda (Brazil) which is a world pioneer with electricity meters which offered a fairly comprehensive service installing different metering equipment for centralized and prepaid.

Consequently, and due to different boundaries for which are set out in this report are presented two different proposals to purchase equipment company SERPRE because of greater availability of acquisition, low-cost. For the time delay in making the decision by the ELECTROHUILA S.A. E.S.P. The study set out to stakeholders and proceeds to complete this report without having achieved the implementation.

## INTRODUCCIÓN

La energía eléctrica sin duda es el energético más utilizado en el mundo. La electricidad es el pilar del desarrollo industrial de todos los países, parte importante del desarrollo social, y elemento esencial para el desarrollo tecnológico. Sin duda la electricidad juega un papel muy importante en la vida cotidiana del ser humano; con la electricidad se establece una serie de comodidades que con el transcurso de los años se van haciendo indispensables para el hombre.

Para las empresas distribuidoras de energía eléctrica juega un papel muy importante la calidad del servicio suministrado a los usuarios; Con tal fin, estas empresas están siempre en busca de reducir los tiempos de ejecución, así como las pérdidas que generan diferentes labores como lo son la remuneración del servicio, suspensión y re-conexión, además procurando que los ciudadanos no tengan la necesidad de desplazarse largas distancias para sufragar los gastos generados por la prestación del servicio y lleven un control personal de la energía requerida que su presupuesto puede sufragar. Por tal motivo, estas empresas fomentan la implementación de los dispositivos necesarios para la sistematización del servicio de energía eléctrica prepagada.

En el departamento del Huila y parte de Colombia la empresa encargada de la distribución del servicio eléctrico es ELECTROHUILA. S.A. E.SP. La Empresa tiene como objetivo incorporarse en el tema del servicio de energía eléctrica prepagada. Como en la actualidad en proporción se encuentran algunas empresas que prestan este tipo de servicio, como lo son EPM (Empresas Públicas de Medellín), ESSA (Electrificadora de Santander) entre otras y en las cuales se ha observado los beneficios que este tipo de servicio con trae.

He observado en el mercado las empresas que laboran con los contadores con sistema prepago como por ejemplo SERPRE, ELO Y ELSTER entre otras; con diferentes tecnologías, ofrecen soluciones a las empresas de servicios públicos domiciliarios y su comercialización en modalidad PREPAGO, además cuentan con varios productos en disposición para la implementación en el campo de energía eléctrica que no se logró; Sin embargo, me apoyaré de la información que proporcionaron para la realización de este informe y que reposará en la Universidad Surcolombiana y en ELECTROHUILA S.A. E.S.P.

## **I. OBJETIVOS**

### **1.1 Objetivo General**

Realizar un estudio basados en una prueba piloto solicitada a la empresa SERPRE y a partir del conocimiento adquirido de esta prueba explicar a los operarios encargados de realizar el mantenimiento a estos contadores y a los usuarios para incentivar el uso; de ser viable por la empresa implementarlo en un pequeño sector y analizar su funcionamiento.

### **1.2 Objetivos Específicos**

- Estudiar el funcionamiento electrónico de los contadores con sistema prepago detalladamente, para que en la prueba piloto suministrada por la empresa SERPRE se adquiriera la suficiente información para ELECTROHUILA S.A. E.S.P.
- Coordinando con los ingenieros de ELECTROHUILA S.A. E.S.P una reunión para informar a los operarios sobre cómo se debe realizar las labores de mantenimiento e instalación de estos contadores, capacitándolos para una posible implementación.
- De ser viable por la empresa, seleccionar un sector para la prueba piloto y llevar a cabo la implementación de los contadores para posteriormente efectuar un análisis de su funcionamiento observando los diferentes beneficios, tanto para los usuarios como para La Empresa y con esto, poder comparar el sistema prepago con el sistema postpago actual.

## II. ASPECTOS GENERALES

Los medidores del servicio de energía eléctrica son instrumentos que evalúan diferentes magnitudes eléctricas, como flujo, carga, tensión y energía, o magnitudes particulares de los circuitos eléctricos, como la resistencia, la capacidad, la capacitancia y la inductancia. Estos datos se entregan normalmente en una unidad de medida estándar como los ohmios, voltios, amperios, culombios, henrios, faradios, vatios o julios.

La función característica o más importante de un medidor es realizar la integral de la potencia eléctrica en el tiempo, consumida por los usuarios a los que se les brinda el servicio eléctrico. Por esto, es inadecuado catalogarlo como medidor de energía, ya que no mide sino que cuenta las cantidades de energía utilizada o consumida en un intervalo de tiempo.

### 2.1. Fundamento Matemático de los Medidores de Energía Eléctrica.<sup>1</sup>

Los medidores de energía eléctrica son equipos con la capacidad de realizar integrales de una señal o la multiplicación de dos señales, que muestran el consumo total de energía durante un tiempo determinado. La energía es función, no solamente del producto de la corriente y de la tensión o voltaje, sino que también es función del tiempo durante el cual estas magnitudes hayan actuado.

La fórmula matemática general de la energía eléctrica es:

$$E = K \int uidt$$

Donde “u” es el voltaje, “i” es la intensidad o corriente y “K” es una constante de proporción para equilibrar la cantidad de energía consumida.

Suponiendo que el voltaje “u” y la corriente “i” que pasan por el medidor son variables en el tiempo. Algunas veces, el voltaje y la corriente son constantes o estables y pueden considerarse como constantes. En este caso, la fórmula matemática de la energía se transforma a:

---

<sup>1</sup> Cf. Contadores de energía eléctrica. [En línea]. Disponible en Internet en la dirección: <http://dSPACE.ups.edu.ec/bitstream/123456789/179/4/Cap3.pdf> [Consultado el 10 de Abril de 2012].

$$E = KUI \int dt = K_1 \int dt$$

Es decir que para contar la energía eléctrica basta con solo medir el tiempo cuando se consumió la potencia constante;

$$P = UI$$

Estos medidores que exclusivamente miden la energía consumida en el tiempo en que la red eléctrica de una vivienda está como un circuito cerrado y en constante consumo, se llaman medidores de tiempo. Estos se construyen basándose en una relojería que se activa al instante en que se consume energía en la vivienda y se detiene cuando no se observa consumo; Sin embargo en las redes eléctricas internas habitualmente la carga conectada oscila y en muchas ocasiones también el voltaje de entrada, los medidores de esta categoría se usa solamente en aplicaciones muy específicas.

En ocasiones el voltaje se puede considerar como constante y la intensidad es la magnitud variable. Aquí, la expresión matemática de la energía eléctrica sería:

$$E = KU \int i \cdot dt = K_2 \int i \cdot dt$$

Teniendo en cuenta que el objetivo de un contador no es medir la magnitud de la energía eléctrica sino contar la cantidad de electricidad que transita por cierto tiempo la cual llamamos Q y su fórmula matemática es:

$$Q = \int i \cdot dt$$

La expresión quedaría:

$$E = K_2 Q$$

Cuando los circuitos eléctricos están conectados, los medidores cuentan la cantidad de energía Q que se consume. Por tal motivo, se catalogan como medidores de cantidad o también como medidores amperihométricos.

Finalmente, cuando tanto el voltaje como la corriente oscilan, se aplica la siguiente expresión matemática:

$$E = K \int u \cdot i \cdot dt$$

Y en estos casos los contadores realizan la suma de la multiplicación de las potencias instantáneas “*i*” y “*u*” durante un tiempo determinado. Por tal motivo, se nombran medidores vatimétricos, ya que están formados fundamentalmente por un vatímetro al que se ha anexado un dispositivo integrador o totalizador.

## 2.2. Clasificación de los Medidores de Energía Eléctrica.

Los medidores o contadores de energía eléctrica por su funcionamiento se clasifican en tres tipos:

### 2.2.1. Medidores Electromecánicos.

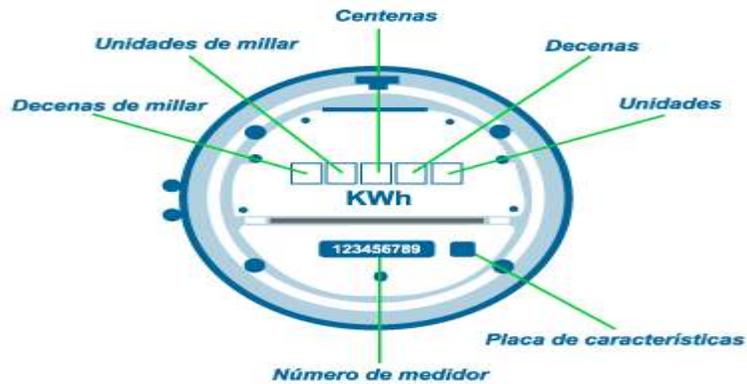
Los medidores electromecánicos o de inducción (ver **Figura 1**), se integran de diferentes piezas donde su funcionamiento se basa en los diferentes campos magnéticos y fundamentalmente por un convertidor electromecánico que esencialmente es un vatímetro con un sistema móvil; éste permite giros libres que actúan sobre un disco metálico, donde las revoluciones de sus giros es correspondiente a la potencia demandada o consumida, y está provisto de mecanismos y engranajes que realizan el movimiento adecuado a los dígitos que entregan la lectura del medidor (ver **Figura2**).

**Figura 1.** Medidor de Energía Eléctrica de Tipo Electromecánico.



Fuente: <http://www.revistaei.cl/revistas/imagenes/e5c9225c6aa47ad.jpg>

**Figura 2.** Dígitos para la lectura del medidor.

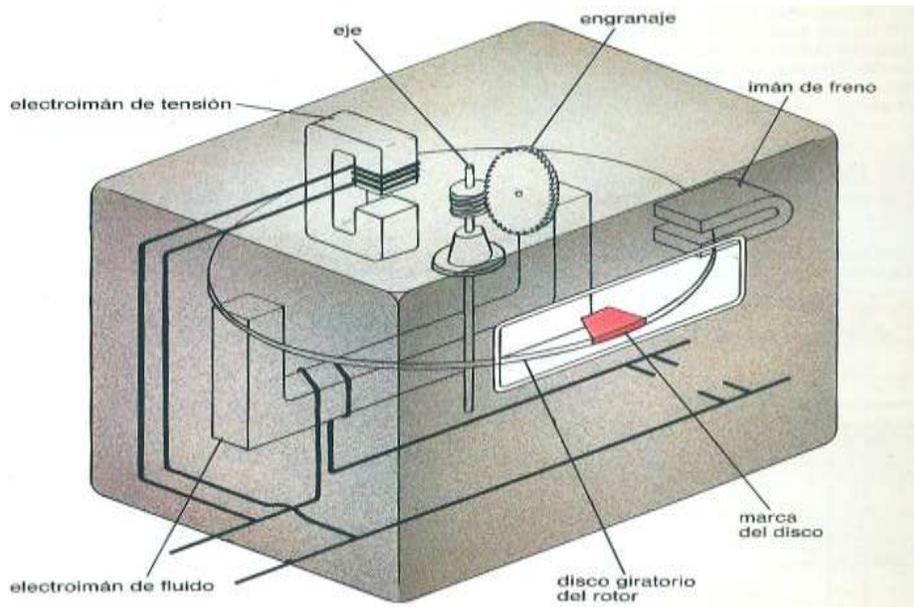


Fuente: <http://www.aeselsalvador.com/2009/Portals/0/SitioAES/MedidorDigitos.gif>

### 2.2.1.1. Funcionamiento medidor electromecánico.<sup>2</sup>

La **Figura 3** es un medidor electromecánico donde se observa que hay dos juegos de bobinas una tensión y una de intensidad o fluido, que producen campos magnéticos; estos campos actúan sobre un disco conductor magnético en donde se producen corrientes parásitas.

**Figura 3.** Funcionamiento de un Medidor Electromecánico.



Fuente: <http://bricolage-pvc.com/wp-content/uploads/2011/04/71-500x500.jpg>

<sup>2</sup> Universidad Tecnológica Nacional. Facultad Regional Mendoza. [En Línea]. Disponible en la dirección: [http://www.frm.utn.edu.ar/medidase1/teoria/Unidad%209\\_ver1.pdf](http://www.frm.utn.edu.ar/medidase1/teoria/Unidad%209_ver1.pdf) [Consulta 20 de Abril de 2012]

La acción de las corrientes parásitas generadas por las bobinas de fluido sobre el campo magnético de las bobinas de tensión, y la acción de las corrientes parásitas producidas por las bobinas de tensión sobre el campo magnético de las bobinas de corriente o fluido consolidan una fuerza vectorial la cual produce un par de giro sobre el disco metálico y éste con su velocidad suministra la información que es proporcional a la potencia consumida por el usuario.

El imán de freno genera pequeños campos magnéticos que hace levitar el disco y disminuye su fricción con las diferentes bobinas; estos giros del disco se conectan a un sistema de mecanismos y engranajes que transmiten el movimiento del disco a las agujas u otros discos que cuentan con dígitos y que marcan la energía consumida de acuerdo al número de vueltas que da. A mayor potencia consumida por el cliente es mayor la fuerza vectorial creada por los campos aumentando la velocidad de giro del disco, acumulando más giros conforme pasa el tiempo.

La tensión máxima que soportan este tipo de medidores de energía eléctrica son de aproximadamente 600 voltios y las corrientes máximas pueden ser hasta 200 amperios. Cuando las tensiones y/o corrientes exceden estos límites se requieren de transformadores para realizar la medición de tensión y/o de corriente sin influir en los voltajes o corrientes necesitados por el cliente. Para estos casos se usan factores de conversión y matemática específica para calcular el consumo del usuario.

### **2.2.2. Medidores Electromecánicos con Registro Electrónico.**

El funcionamiento de los medidores electromecánicos con registro electrónico, es el mismo medidor electromecánico; solo que no contiene el sistema de engranajes para trasladar el movimiento del disco a las agujas o disco de dígitos; Para la transmisión de esta información utiliza sensores ya sean magnéticos u ópticos para generar un tren de pulsos según los giros del disco.

Esta señal o tren de pulsos es analizado y procesado por un microcontrolador de manera digital dando como resultado los cálculos y registros de la potencia consumida por el usuario y se exponen en una pantalla ya sea en Display o LCD (ver **Figura 4**).

**Figura 4.** Medidor Electromecánico con Registro Electrónico.



*Fuente: [http://img.directindustry.es/images\\_di/photo-m2/contadores-electricos-58438-2662821.jpg](http://img.directindustry.es/images_di/photo-m2/contadores-electricos-58438-2662821.jpg)*

### **2.2.3. Medidores Totalmente Electrónicos.**

Este tipo de medidor ha empezado a usarse recientemente, dado que los medidores electromecánicos se han utilizado hasta hoy en día y cumple con ciertos estándares de calidad exigidos en diferentes países. Los contadores electrónicos (ver **Figura 5**), han empezado a ganar parte del mercado por ser de gran utilidad en el sector industrial y cumplen a cabalidad los lineamientos establecidos por su buena calibración, debido a que además de proporcionar la información de la potencia consumida por el usuario mide un sinnúmero de parámetros que son bastante importantes para la medición y posterior facturación del servicio de energía eléctrica. Cabe indicar que estos medidores también se están usando en sectores residenciales por las empresas prestadoras del servicio público.

Una característica importante de estos medidores electrónicos es que proporciona los datos de una manera digital permitiendo que se realice un lectura remota enviando los datos por cualquier medio de comunicación a un centro de control de la empresa prestadora del servicio de energía eléctrica. En algunos casos cuentan con un sistema en radio frecuencia donde el operario que realiza la lectura no tiene que ingresar hasta el inmueble o bien raíz, sino que desde una distancia establecida puede tomar su lectura.

**Figura 5.** Medidor de Energía Eléctrica de tipo Electrónico.



*Fuente: <http://antonionarejos.files.wordpress.com/2011/05/contador-inteligente.jpg>*

### **2.2.3.1. Funcionamiento medidor electrónico.<sup>3</sup>**

Para la explicación del funcionamiento de un medidor electrónico me baso en la **Figura 6**. Este medidor comienza con el acondicionamiento de la señal de voltaje e intensidad, en este proceso de acondicionamiento se ajusta la amplitud de la señal para que pueda ser procesada por la siguiente etapa, pueda ser soportada por el microprocesador y sea posible el muestreo de la señal.

Es así que estos medidores realizan su labor en tiempos establecidos; es decir que durante un ciclo de 20ms se muestrea las señales y se toman los datos necesarios, en los 20ms posteriores son analizados los datos obtenidos y almacenados proporcionando información como Voltaje RMS, Corriente RMS y Energía consumida, entre otros que se proporcionan al microcontrolador.

Además se configura electrónicamente una ganancia apropiada al canal logrando aumentar la corriente de entrada, para que el convertidor análogo a digital adquiriera la mejor transmisión y no se pierdan datos por saturación. Finalizando el microcontrolador envía los datos obtenidos con tiempo de medida a la pantalla de cristal líquido.

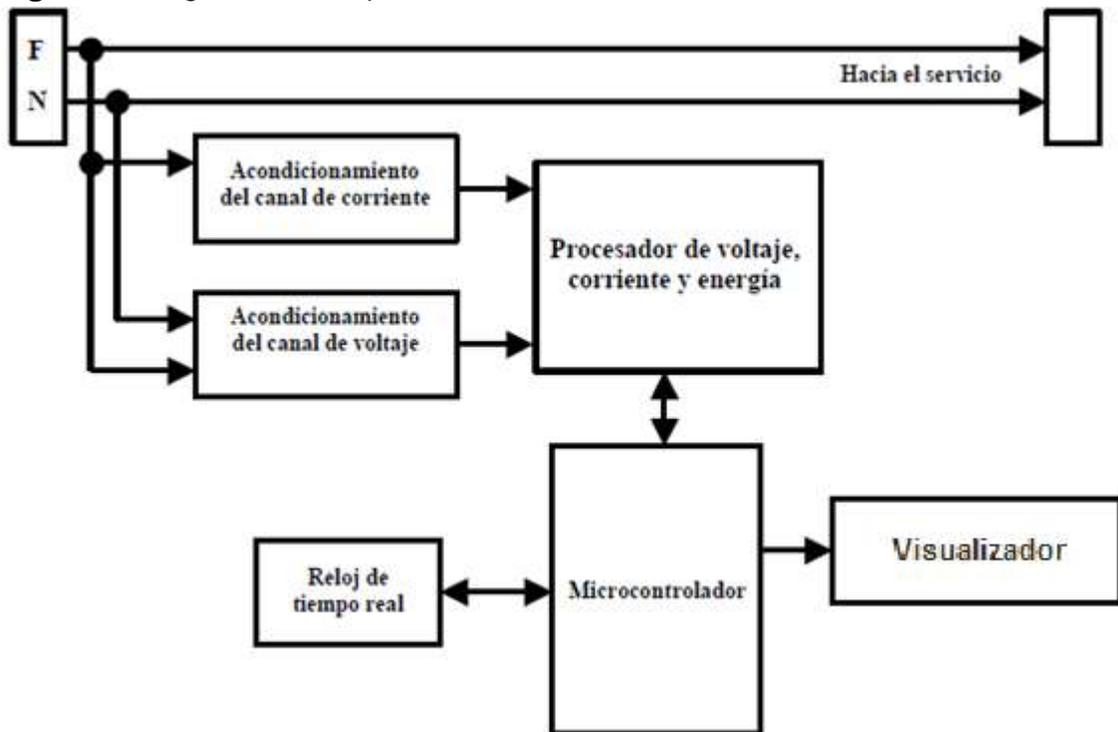
Cuando no hay tensión en el servicio, la CPU entra en modo de bajo consumo y mantiene en funcionamiento el reloj de tiempo real y a salvo los registros. Cuando se aplica nuevamente tensión el microcontrolador recibe una onda

---

<sup>3</sup> Cf. Contadores de Energía Eléctrica. Op. Cit.

cuadrada que reactiva sus funciones como medidor. Cabe indicar que con la exactitud y precisión de este tipo de medidor se puede medir corrientes de 40mA; es decir, que si se tienen equipos o electrodomésticos que encienden led's cuando están apagados esto se registraría en el medidor, aunque no expresa una gran cantidad de consumo.

**Figura 6.** Diagrama de Bloques del Funcionamiento de un Medidor Electrónico



. Fuente: Autoría propia.

### III. SISTEMA PREPAGADO

El sistema prepago para el servicio de energía eléctrica es comparado como el servicio de telefonía celular, teléfonos públicos y televisión por cable en algunos casos; donde el usuario determina el precio del servicio previamente al consumo y así realiza un uso adecuado de acuerdo al capital que posee en el momento.

Este sistema se ha generalizado debido a sus grandes ventajas tanto para el usuario como para la empresa prestadora del servicio de energía eléctrica, por consiguiente este sistema se ha ido implementando en diferentes países y ya es tiempo que la ciudad cuente con este grandioso sistema para aprovechar sus diferentes condiciones.

#### 3.1. Historia Medición Prepago

Las empresas de servicios públicos en diferentes partes del mundo han implementado o han comenzado a gestionar la implementación de los contadores con sistema prepago debido a que se observa los múltiples beneficios que adquieren con esta forma de remuneración del servicio que proporciona.

A través de la historia se observa como debido a los avances tecnológicos, más empresas prestadoras de servicios y más países se introducen en la metodología de los servicios prepagos. La **Figura 7**, ilustra la línea temporal del uso del sistema prepago en los servicios públicos así como algunas empresas a nivel mundial que cuentan en algún porcentaje con este sistema.

**Figura 7.** Línea Temporal de la Medición Prepagado.



Fuente: <http://www.v-cedelef.electrosur.com.pe/Expo%5CTema09ADINELSA.pdf>

Como podemos identificar y según información recopilada hay actualmente 26 países con el sistema prepago, cada día con los avances tecnológicos de su territorio son más los países que se suman a este tipo de medida ahora se cuenta con la telemetría lo cual en un sistema prepago hace mucho más confiable su control, además los usuarios de estas empresas prestadoras de servicio eléctrico han acogido de forma satisfactoria estas implementaciones en la forma de remunerar los servicios públicos.<sup>4</sup>

### 3.1.1. Medición Prepago en Colombia.

La primera empresa distribuidora de servicios públicos en implementar el sistema prepago en Colombia fue EPM en Medellín, ha avanzado sustancialmente en aplicar estos medidores con tecnología nacional en los diferentes servicios que ofrecen como es energía eléctrica, agua entre otros; esta empresa siempre en busca de ofrecer mejores opciones frente a inconvenientes como son el fraude, la morosidad y demora en reconexiones a los usuarios implementa estos sistemas para que así se pueda mejorar la calidad de vida de las familias y en busca que sus necesidades de los servicios estén acordes con su capital; esta empresa logró implementar este sistema enfocado a los sectores de bajos recursos económicos y rurales, inicialmente empezó con 100 medidores en la actualidad hay 30.000 en uso, lo cual demuestra un gran desempeño y debido a que el 81% del mercado de la empresa está formado por los estratos económicos de menores ingresos y

<sup>4</sup> Soto Sánchez, Tomás; Los Medidores Prepago en la Mejora de la Gestión Comercial [En Línea] Disponible en la dirección: <http://www.v-cedelef.electrosur.com.pe/Expo%5CTema09ADINELSA.pdf>

observando la posibilidad de obtener las ganancias según estudios realizados internacionalmente; así se preocupó por aumentar el número de medidores para implementar el sistema en más sectores de la ciudad y capacitar a las familias para que aprendieran la utilización del sistema. Este objetivo se tenía para realizar, pero debido a diferentes limitantes en el transcurso del proyecto y que se expondrán más adelante no se logró alcanzar.

En EBSA empresa prestadora del servicio de energía eléctrica en Boyacá, tomo como objetivo primordial para llevar a cabo la implementación del sistema prepago fue el reducir los fraudes, el porcentaje de fraude en esta compañía estaba muy elevado causando un costo extra asumido por la empresa para hacer que los deudores morosos se pusiera al día con su deuda, si el problema era simple se solucionaba con personal de cobranza pero si persistía o se negaba en la cancelación se iba a términos jurídicos donde la empresa en muchas ocasiones daba la deuda como perdida para no gastar en cobros jurídicos. (Albornoz y Gaitán, 2010).

Estos casos pasan frecuentemente y este sistema es un tema muy beneficioso, especialmente se observaba una gran solvencia al aplicarse en sectores residenciales de gente de estratos bajos o en sectores donde se usa para el arriendo de piezas, apartamentos o casas; porque el arrendatario se va sin pagar el servicio de energía y el dueño se queda con la deuda y la multa correspondiente.

Así, se adoptó finalmente, el sistema de prepago y diferentes empresas del país se encuentran muy interesadas en este tema ya que estos medidores cumplen con todas estas condiciones legales y técnicas establecidas por los organismos de control en especial énfasis la CREG. Además, las lecturas con visitas a los medidores se hacían difíciles ya que muchas veces había protestas políticas, presión social o crímenes que ponían en riesgo el personal de la empresa y pudiese causar grandes complicaciones de llegarle a suceder algo negativo.

Las compañías prestadoras de servicios públicos de estos países implementaron estos sistemas de servicios prepagados fundamentándose en los aspectos que requerían la instalación del sistema, como por ejemplo:

- Retraso o Lentitud en los pagos del servicio: esto implica que la empresa tiene que enviar el personal técnico a que realice la desconexión y reconexión del suministro permanentemente, lo que tiene grandes costos tanto para la empresa como para el usuario. El sistema de prepago evita estas situaciones.
- Electrificación: Es importante para la empresa suministrar el servicio de energía eléctrica a los diferentes barrios o urbanizaciones nuevas. Sin embargo, es un costo alto al ser éstos retirados de la ciudad; por tal motivo, en estos países que hay un alto índice de urbanización, no es recomendable instalar los sistemas de pago convencionales en pueblos chicos o villas que luego desaparecerán o en barrios bastante alejados o de difícil acceso, debido a que la amortización del capital invertido en la electrificación tiene un período de entre 15 y 20 años y sumándole los gastos de lectura, facturación entre otros, generaría que en el análisis económico de la compañía no se vea la electrificación de dicha urbanización como un proyecto viable o que genere ingresos.
- Rehabilitación: en algunos países donde el gobierno es políticamente inestable, las empresas de potencia han perdido el control de la recolección de ingresos o han sido subsidiados por los gobiernos, porque la recolección de los ingresos no es prioridad. Con el sistema de prepago se induce a la gente a pagar por el uso de la energía.
- Aplicaciones Temporales: uso de prepago en departamentos y casas de vacaciones, tiempo compartido, club de yates y clubes deportivos. (Albornoz y Gaitán, 2010).

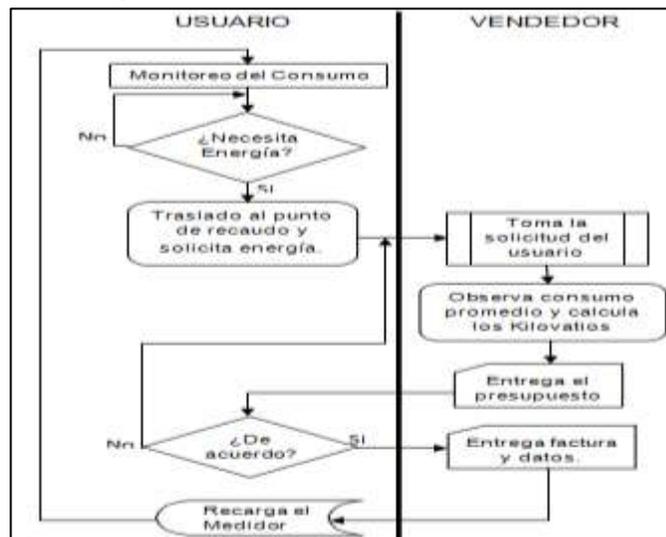
Como las causas para pensar en implementar el sistema se pueden aplicar en cualquier aspecto, se puede decir que a cualquier empresa se puede realizar el proyecto de análisis y estudio sobre estos contadores prepagados y de ser beneficioso podría crear grandes mejoras y ganancias en el aspecto económico y calidad.

Un aspecto importante ante este sistema prepagado, es que el usuario comprenda de forma fácil el funcionamiento del proceso y donde estaría ubicado los puntos establecidos para la remuneración del servicio; En tal sentido se dice que la medición prepagada sencillamente es que el usuario da

un crédito y consume el servicio hasta que se culmina este crédito y vuelve y repite el ciclo.

En la **Figura 8**, se muestra el proceso del sistema prepago de una forma fácil de comprender donde el usuario realiza un ciclo comprando la energía y registrándola en su medidor prepago y siempre que necesite de la energía podrá acercarse a los puntos de venta y adquirir su código o tarjeta magnética o simcard según la implementación de la empresa de servicios públicos instale. El punto de pago está comunicado por internet o inalámbricamente a la base de datos de la empresa prestadora del servicio público o a la compañía que lleve el control de recargas de energía eléctrica.

**Figura 8.** Sistema Prepago.



*Fuente: Autoría propia.*

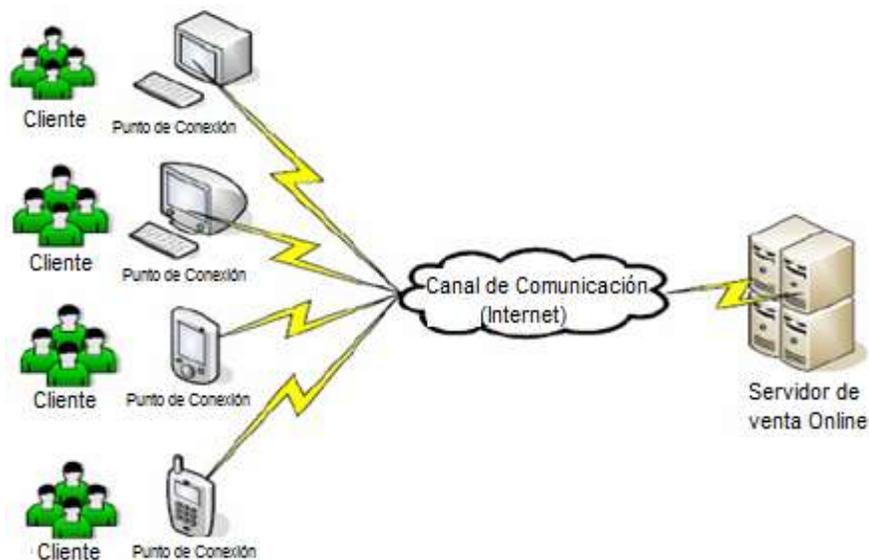
### 3.1.2. Medición Prepago en Sudáfrica.

El sistema prepago tuvo sus inicios importantes en Sudáfrica y tradicionalmente la adquisición del servicio se ha hecho en forma offline, es decir, las tarjetas se venden en lugares específicos y la gente debe ir a comprarlas. Para ello se necesita tener muchos puntos de venta o contratar los servicios con empresas que ya tengan sus puntos de venta previamente instalados en el sector para que todas las personas tengan acceso a ellas cerca de sus casas. Los dispositivos usados para dar crédito en estos lugares se llaman CDU (Credit Dispenser Unit) o un recargador de tarjetas. Este

dispositivo imprime un código en la tarjeta o, en algunos casos, codifica una clave en una tarjeta magnética (dependiendo de la tecnología usada en el medidor). Además se necesita que en cada casa haya un medidor de prepago, ya sea en el interior de la casa o cerca de ella con la tecnología adecuada para descryptar la información entregada por el CDU. Cuando se pasa la tarjeta por este medidor, este dispositivo lo decodifica, y luego la tarjeta se desecha o se reutiliza dependiendo del dispositivo de transferencia. (Albornoz y Gaitán, 2010).

Esta metodología de venta *offline*, ha mostrado ser bueno, específicamente para sectores rurales o alejados. Sin embargo, últimamente y debido al avance de las tecnologías, en Sudáfrica han iniciado la venta de recargas de los servicios públicos prepago de manera *online*. Esto se debe a varios motivos, entre ellos, porque los actuales sistemas de venta *offline* han alcanzado su ciclo de vida útil; Además se aplica esta venta *online* en busca de mejorar la gestión de medidores, vendedores, clientes y transacciones del sistema de prepago, para mejorar el servicio al cliente y para evitar posibles fraudes en el sistema de venta de la energía. La **Figura 9**, muestra de forma sencilla, cómo funciona el sistema *online*.

**Figura 9.** Venta prepago online.



*Fuente: (Albornoz y Gaitán, 2010, p. 10)*

### 3.2. Medidor Prepago.

El medidor prepago (ver **Figura 10**), es por lo general un medidor electrónico con entrada de información por medio de teclado, tarjetas magnéticas u ópticas entre otros métodos que analizaremos mas adelante; la información entregada le indica al microcontrolador cuanta energía dispone el cliente, o que compró en un punto de recaudo e indica cuando debe activar o desactivar el relé integrado en este medidor.

**Figura 10.** Medidor Prepago.



Fuente: [http://diarioepoca.com/notix/multimedia/notix\\_foto/2009-08-30/2009-08-30-C5-200045.jpg](http://diarioepoca.com/notix/multimedia/notix_foto/2009-08-30/2009-08-30-C5-200045.jpg)

En esta sección es necesario mencionar que con el paso de la historia los medidores prepagados ha tenido su evolución sustancial con respecto al cobro del suministro del servicio; pasaron de ser medidores con monedas como algunos teléfonos públicos, a tener tarjetas inteligentes con simcard, en este apartado se expone sobre la historia de la transferencia de la información.

#### 3.2.1. Transferencia de Crédito del Punto de Venta al Medidor

Al pasar de los años las tecnologías han evolucionado la manera de transferir la información entre la cual va el crédito desde un punto de venta hacia el dispositivo que controla el suministro del servicio, en este caso a un medidor prepago de energía eléctrica.

Las tecnologías para la transmisión de la información hacia un medidor prepago se pueden dividir en dos: los que se necesitan un medio físico para la transmisión de la información como por ejemplo, las tarjetas inteligentes u ópticas; y los que no necesitan sino proporcionar un código o lo realizan por el sistema como lo son los medidores con teclado o los sistemas con medida centralizada que realizan la activación y desactivación del relé desde el centro de computo de la empresa. (Olvera Ortega, J. 2003)

#### **3.2.1.1. Medidores de Monedas.**

Estos medidores fueron los primeros prepagos que existieron y su funcionamiento es idéntico al de un teléfono público que encontremos en la calle; este sistema no era muy confiable pues no existía seguridad en el medidor suficiente para evitar el hurto de las monedas adquiridas por la prestación del servicio y aun más en el transporte o recolección de dicho efectivo se perdía aun más crédito lo que producía grandes pérdidas a las compañías.

Estos medidores eran de alto costo por la necesidad de que reconociera diferentes tipos de monedas, además de que necesitaba ser revisado constantemente por un técnico de la empresa para corroborar su buen funcionamiento. Otro aspecto negativo era que la empresa no adquiría una información operativa y comercial del cliente a base de estos medidores pues no proporcionaban ningún tipo de dato a la empresa; sin embargo con este medidor se inició el pensamiento de los servicios públicos prepagos por lo que se ha considerado uno de los medidores bastante útil al comienzo de esta historia.

#### **3.2.1.2. Medidores de Boletos.**

Estos medidores fueron la evolución de las monedas pero aun conservaban diferentes inconvenientes pues los boletos eran usables en cualquier medidor prepago lo que ocasionaba que con un solo boleto se cargaban más de un medidor ocasionando pérdidas; además la encriptación de la información en estos boletos no era muy segura y la podían descifrar fácilmente y la empresa con este sistema de transferencia de información aun seguía sin poder realizar un seguimiento operativo y comercial al usuario.

### 3.2.1.3. Medidores con Tarjetas Magnéticas.

Este tipo de transmisión de la información por medio de las tarjetas magnéticas (ver **Figura 11**), nació en Sudáfrica en 1989 y aunque en sus primeros modelos fue pobre en seguridad poco a poco se fue haciendo más infranqueable; estas tarjetas eran desechable se recargaba el medidor de los usuarios y se botaba lo cual era un costo aunque pequeño aun así era un gasto. Aun así la empresa no obtenía información del medidor y las tarjetas no eran interoperables entre medidores de diferentes compañías expendedoras.

**Figura 11.** Tarjeta Magnética.



*Fuente: [http://www.a3m.eu/es/local/cache-vignettes/L169xH130/Mag\\_card\\_th-5baff.jpg](http://www.a3m.eu/es/local/cache-vignettes/L169xH130/Mag_card_th-5baff.jpg)*

### 3.2.1.4. Medidores con llave.

Este tipo de transmisión de información fue un auge y representaba en ciertos tipos de llaves (ver **Figura 12**), la información de una manera bidireccional ósea que la empresa prestadora de servicios públicos adquiría parte de información del estado del medidor y del usuario, otro aspecto positivo es que este dispositivo era reutilizable en los medidores lo cual reducía el costo de hacer una cada vez que el usuario solicitaba una recarga. Aspectos negativos en este tipo de transferencia era el alto costo de las llaves y su fragilidad ante la electricidad estática la cual afectaba su funcionamiento.

**Figura 12.** Llave para transferencia de información.



Fuente: <http://merchandisingtrading.com/img/productos/1494.jpg>

### **3.2.1.5. Medidores de tarjeta inteligente (Smart Card).**

Estas tarjetas inteligentes o smart card (ver **Figura 13**), son en la actualidad el medio de trasmisión más usado, estas cuentan con un chip como una tarjeta de crédito donde se almacena gran información y en algunos casos pueden integrar un microprocesador capaz de realizar funciones complejas otorgándole mayor seguridad a la información almacenada.

Con esta tarjeta se tenía una comunicación bidireccional y con gran capacidad de información en ambos sentidos; las tarjetas ópticas también hacen parte de las tarjetas inteligentes con la ventaja que no es necesario hacer ningún contacto con el medidor. El aspecto negativo es su alto costo y puede afectar su funcionamiento los golpes; sin embargo, las compañías prestadoras del servicio dan una tarjeta a sus clientes y en caso de pérdida o daño deben sufragar el costo completo o un porcentaje para su restitución.

**Figura 13.** Tarjeta Inteligente o Smart Card.



Fuente: <http://www.andreonicards.com/images/contactsmartcard1.jpg>

### **3.2.1.6. Medidores con teclado.**

Este es el otro tipo de transferencia del crédito a los medidores muy común debido a las ventajas que posee frente a la tarjeta inteligente; los medidores con teclado se entregaba una factura con un numero previamente encriptado donde la seguridad era confiable y una vez entregado al usuario dependía de él su uso; aunque también daba la posibilidad de que en caso de pérdida del numero se pudiera realizar una duplicación de la factura.

Con este método es muy fácilmente aplicar la venta *online* comentada anteriormente pues la respuesta a las recargas es la entrega de este número vía celular, internet o cualquier otro medio. Los costos son bajos y el equipo que toma la información en el medidor es menos complejo ya que tomar datos de un teclado en hardware y software es sencillo; lo que se sacrifica con este método es la información bidireccional de gran importancia para las empresas prestadoras del servicio público.

## **IV. SERPRE S.A.**

Se investigó el estado del arte de los medidores prepagados en Colombia donde se encontró que existían diferentes empresas distribuidoras del servicio de energía eléctrica que han realizado pruebas pilotos con este sistema y han concluido que los elementos son funcionales y traen buenos beneficios..

EPM es una de las empresas colombianas pioneras en la implementación de los sistemas prepagados para la comercialización de los servicios públicos; las pruebas iniciales las contrató con la empresa SERPRE S.A. donde ensayaron y observaron el funcionamiento de los productos que ofrecen y lo necesario para la implementación del sistema prepagado en Medellín y actualmente se encuentran expandiendo su uso.

La empresa SERPRE S.A. nació hace 6 años en la ciudad de Medellín y en su pocos años de experiencia ya tiene entre su oferta de productos medidores prepagados para servicios públicos como agua, gas y energía eléctrica este documento se basa solo en los medidores de energía eléctrica prepagada.

### **4.1. Productos SERPRE S.A.**

Los medidores con sistema prepagado que ofrece la empresa SERPRE S.A. cumplen con rigurosidad los estándares de calidad ISO (Organización Internacional para la Estandarización) y normas internacionales como son la IEC (Comisión Electrotécnica Internacional) y nacionales como la NTC (Norma Técnica Colombiana), además están certificados por CIDET (Centro de Investigación y Desarrollo del Sector Eléctrico) lo cual acredita y certifica su eficaz y confiable operación en la medición de la energía eléctrica. Además son totalmente electrónicos y de fácil operación con el uso de la tarjeta óptica. (SERPRE S.A., 2012).

#### **4.1.1. Medidor CCR-SPOC MTO12**

El medidor CCR-SPOC (ver **Figura 14**), o Controlador de Consumo Remoto es un medidor electrónico prepago monofásico bifilar, cuenta con el certificado CIDET 02473 de conformidad de producto, el cual avala el cumplimiento de todas la normas vigentes para los medidores de energía eléctrica en Colombia, colocando el servicio prepagado a la vanguardia en el país; abriendo las

puertas para prestar un servicio óptimo y de calidad a las empresas distribuidoras y comercializadoras del servicio de energía eléctrica.

Además cumple rigurosamente las normas internacionales IEC 62052-11, IEC 62053-21 y normas nacionales como la NTC 5226, NTC 4052 y la ISO9001. (SERPRE S.A., 2012).

**Figura 14.** Medidor CCR-SPOC



Fuente: [http://www.asb.com.co/SERPRE/images/stories/serpre/06\\_p.jpg](http://www.asb.com.co/SERPRE/images/stories/serpre/06_p.jpg)

#### **4.1.2. Medidor CCR-SRPR0525**

Los SRPR2515/0525 (ver **Figura 15**), son medidores modernos, escalables, versátiles y de características especiales para una comunicación bidireccional. En su configuración básica cuentan con la medida de consumo de energía activa y reactiva, además de poseer un sensor de intrusión el cual está inspeccionando continuamente por la apertura no autorizada del medidor a lo cual reacciona activando el relevo para suspender el suministro, manteniendo esta condición hasta que el personal autorizado por la empresa distribuidora del servicio de energía eléctrica intervenga. El registro del evento en memoria y el aviso en pantalla pondrán de manifiesto la actividad no autorizada.

Las posibilidades de comunicación hacen de estos modelos la herramienta perfecta y escalable, pues a través de cualquiera de ellas es posible tomar la

medida del consumo, activar el relevo para realizar tareas de corte y reconexión en forma remota.

Los SRPR2515/0525 son capaces de albergar un dispositivo de posicionamiento global (GPS) para ubicarlo en cualquier punto sobre la tierra y tomar las acciones que determine esta herramienta. Finalmente, la comunicación inalámbrica lo hace una pasarela poderosa para la interacción con los usuarios del servicio, al poder recibir y enviar mensajes o comandos desde el centro de gestión del comercializador u operador a dispositivos de la misma naturaleza y basados en tecnología ZigBee. (SERPRE S.A., 2012).

**Figura 15.** Medidor CCR-SRPR0525



*Fuente: [http://www.asb.com.co/SERPRE/images/stories/serpre/04\\_p.jpg](http://www.asb.com.co/SERPRE/images/stories/serpre/04_p.jpg)*

#### **4.1.3. Dispositivo de lectura y escritura de la tarjeta óptica<sup>5</sup>**

Este dispositivo de recarga de las tarjetas ópticas (ver **Figura 16**), es instalado en un punto de pago donde se recauda el dinero de los usuarios y se carga la cantidad de energía solicitada por el usuario.

---

<sup>5</sup> Borbón, Miguel. Entrevista con el Ingeniero de desarrollo SERPRE. Bogotá. 08 y 09 de Marzo de 2012.

**Figura 16.** Dispositivo de Recarga de las tarjetas ópticas



*Fuente: Imagen tomada en visita técnica a SERPRE. Bogotá 08 de marzo de 2012.*

Además desarrolla el soporte final de la solución en el Sistema consolidando la logística de activación, recarga y pago del servicio. Se encarga de llevar el control permanente y en línea del recaudo del punto de comercialización, para la administración del mismo y su garantía, tanto para el usuario como para la empresa. Este servicio genera toda la logística que soporta la labor de comercialización prepago.

Este equipo funciona en un computador con acceso a internet y se comunica a este por medio de USB o RS232 y con la utilización de la Licencia del Software AGS Central proporcionada por la Empresa SERPRE S.A. se realiza la respectiva descarga, donde se lleva toda la información pertinente al usuario y sus consumos mensuales para realizar un análisis estadístico.

#### **4.1.4. Display SRPR0515**

El Display SRPR0515 (ver **Figura 17**), es un dispositivo accesorio que se comunica mediante ZigBee con los medidores SRPR0525 además muestra facilidades como el recibir y mostrar mensajes enviados desde el sistema de gestión o del centro de computo de la compañía, envía señales de aceptación si el mensaje recibido lo requiere, almacena mensajes recibidos en memoria no volátil y se alimenta mediante adaptador permitiendo ubicarse en cualquier lugar del predio. (SERPRE S.A., 2012).

**Figura 17.** Display SRPR0515.



*Fuente: [http://www.asb.com.co/SERPRE/images/stories/serpre/display\\_1.jpg](http://www.asb.com.co/SERPRE/images/stories/serpre/display_1.jpg)*

Este dispositivo hace parte de los medidores bicuerpo que ofrece SERPRE S.A. y es la interfaz del usuario, mediante el adquiere diferente información como la carga consumida, carga adquirida y datos de fecha, hora entre otros.

#### **4.1.5. Concentrador SRPR 0529P.<sup>6</sup>**

EL concentrado SRPR 0529P (ver **Figura 18**), aprovecha todas las características del modulo RF con tecnología ZigBee de Freescale de 2.4GHz basado en el estándar 802.15.4, que se enlaza con cualquier medidor, haciendo que la carga sea transmitida al medidor en forma inalámbrica.

**Figura 18.** Concentrador SRPR 0529P.



*Fuente: Autoría propia.*

---

<sup>6</sup> Ibid., Borbón, Miguel.

Transmite a un medidor o grupo de ellos órdenes como:

- Cortar el suministro
- Recibir las lecturas actuales
- Crédito adquirido

El enlace con el nodo central o centro de gestión se puede adelantar a través de:

- Conexión GSM
- Conexión TCP/IP Ethernet a Fibra.

El numero de medidores atendidos por uno de ellos es cercano a 65000, ya que la comunicación no depende del área de alcance sino más bien de los medidores instalados.

#### **4.2. Sistemas para el servicio de energía eléctrica prepagada.**

En SERPRE S.A. tienen experiencias en los sistemas prepagados y por ello ofrecen diferentes formas para lograr este objetivo; es así como se observa que están más especializados en uno de los dos sistemas, como se comentó anteriormente esta empresa nació hace poco y ha evolucionado lo más rápido posible según a sus capacidad y exigencias del mercado nacional; por tal motivo su avance en algunos aspectos aun no se encuentra debidamente desarrollado pero el conocimiento que tienen sobre el tema es bastante abundante.

En tal sentido la empresa se encuentra más interesada en el sistema por tarjeta óptica y en su evolución, que en el sistema de medida centralizada y prepagada; esto debido a que el segundo sistema tiene un mayor costo en relación al beneficio y debido a que en Colombia aun no se encuentra en auge la medición centralizada por parte de las empresas prestadoras de los servicios públicos; es así que procedemos a explicar ambos sistemas según la visita técnica que se realizó.

#### **4.2.1. Sistema de energía prepagada con tarjeta óptica.<sup>7</sup>**

Este sistema es el más especializado para la empresa SERPRE S.A. y donde se compone básicamente de tres módulos o bloques donde su primer bloque es el medidor prepagado con sistema de transmisión de información mediante la tarjeta óptica que en este caso el que se usaría es el medidor CCR-SPOC MTO12 del cual ya he explicado en el apartado de los productos de la empresa; el segundo bloque son los catalogados por la empresa “Puntos CAR (Comercialización, Administración y Recaudo)” es decir los puntos de venta de la recarga de lo cual expondré más detalladamente; y por último el que une la información de los puntos CAR con la base de datos de la empresa prestadora del servicio público es la plataforma informática del sistema prepagado la cual es catalogada por SERPRE S.A. como “AGS (Administrador Global del Sistema)” que también explicaré a continuación

Estos procesos consolidan y fundamentan el funcionamiento del sistema prepagado y lo necesario para llevar a cabo su implementación ya sea en una prueba piloto o en algún sector de la ciudad.

##### **4.2.1.1. Medidor con tarjeta óptica CCR-SPOC MTO12.**

El funcionamiento del medidor es como lo explicado en los medidores electrónicos prepagados donde el ingreso de los datos encriptados se hace por medio de una comunicación óptica.

Estos medidores prepagados cumplen con los estándares internacionales, por tal motivo un operario capacitado puede realizar su instalación porque sus conexiones se realizan de la misma forma como un medidor mecánico o electromecánico donde se encuentran los espacios para conectar las fases, el cable del neutro y sus salidas correspondientes;

Otro aspecto es que para acometidas trifásicas aun se encuentra en avance en SERPRE S.A. sin embargo como una medida alternativa en el caso de ser prioritaria la instalación del medidor prepagado se puede usar tres medidores monofásicos donde cumplirían la misma función prepagada y con tarjeta óptica.

---

<sup>7</sup> Ibid., Borbón, Miguel.

Estos medidores cuentan con una tarjeta óptica única para su funcionamiento, la cual se le entrega al cliente y en ella se encuentra datos encriptados y con alta seguridad como el número del medidor, protocolo del propietario y la cantidad de energía recargada.

En caso de pérdida o daño de la tarjeta es posible su reposición y dejar totalmente inoperable la tarjeta anterior, esto tiene un costo aproximadamente de \$18000 pesos para la empresa prestadora del servicio público, lo cual puede usar y variar el precio para enseñar al usuario a ser cuidadoso con su uso.

Cuando el usuario consume su energía recargada y esta llegue a un mínimo establecido y configurable por ejemplo 10KW se activa una alarma sonora indicando al usuario que es necesario la recarga de la energía eléctrica. Se pone como estándar 10KW porque estadísticamente para un usuario residencial esta carga dura aproximadamente 2 o 3 días; pero esto se puede cambiar en la configuración del microprocesador y se debe realizarse previamente a su ensamblaje.

Como es probable que el cliente no escuche la alarma o no se encuentre en la vivienda cuando esta suene, se ha incorporado entre la programación del medidor que restando 3 o 2KW se suspenda automáticamente el servicio para que el usuario al observar que no tiene energía recargue la tarjeta nuevamente en un punto CAR; pero aun así habiéndose activado las dos alarmas y el cliente necesita los kilovatios que le quedan puede reactivar el medidor con la tarjeta y finalizar con lo que le queda de su recarga.

Si el usuario ha consumido la totalidad de su recarga, se acerca a un punto CAR pide una recarga de energía de acuerdo a su presupuesto e inserta la tarjeta óptica en el medidor y automáticamente cuenta nuevamente con el servicio de energía eléctrica.

#### **4.2.1.2. Puntos CAR.**

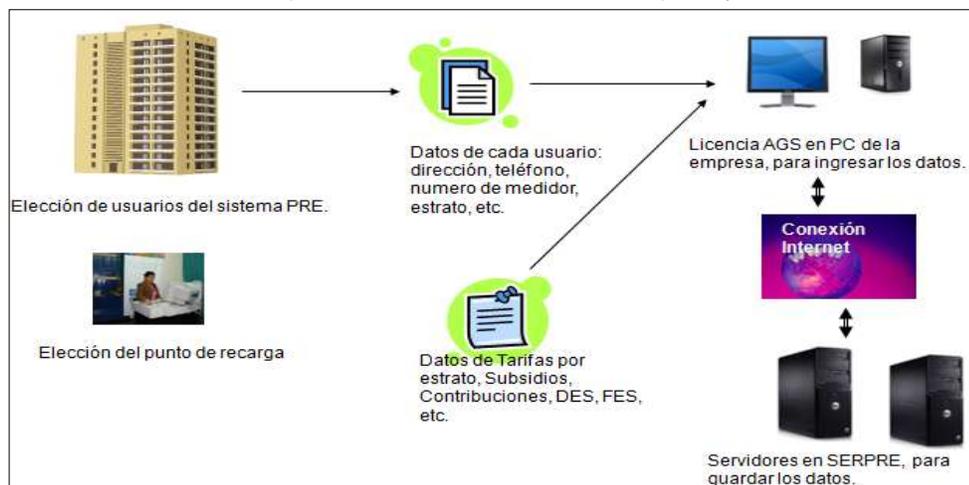
Esencialmente los puntos CAR es donde se recarga la tarjeta óptica para el suministro de energía eléctrica (SERPRE S.A., 2012); en consideración con las empresas prestadoras de servicios públicos pueden contratar personal o empresas que ya cuenten con puntos de ventas establecidos como son

Chance Electrónico, Baloto, Droguerías, Puestos de recarga de celulares, Cafés de Internet, etcétera.

Lo necesario para implementar un punto CAR es un computador con acceso a internet, el dispositivo de lectura y escritura de las tarjetas ópticas mencionado anteriormente, el respectivo cable de conexión a la computadora ya sea tipo serial o USB y que sea cercano a los usuarios prepago.

En estos puntos CAR se instala un software realizado por ingenieros de SERPRE S.A. programado en php y java con un software libre, este software se conecta al servidor de la plataforma informática AGS por medio de internet y esta información va a los servidores de SERPRE S.A. (ver **Figura 19**). Como un ejemplo del uso de este software entregó un manual de usuario del software donde se realizará una venta, así como lo necesario para realizar una recarga de emergencia cuando no se cuenta en ese momento con el servicio de internet (Ver **Anexo A**).

**Figura 19.** Enlaces de los puntos CAR, Centro de Computo y Servidores SERPRE.



*Fuente: Autoría propia.*

#### 4.2.1.3. Administrados Global del Sistema<sup>8</sup>

Este software es el controlador del sistema prepago donde se realiza funciones importantes para el buen funcionamiento del sistema y control de

<sup>8</sup> Ibid., Borbón, Miguel.

cualquier tipo de eventualidad como fraudes de los usuarios, de los vendedores de los puntos CAR, control de la tarifa del kilovatio, subsidios, etcétera.

Una vez realizada la conexión, se habilita un menú al lado izquierdo de la ventana, donde figuran los nombres de los módulos a los cuales puede acceder el usuario (ver **Figura 20**).

**Figura 20.** Software AGS.



*Fuente: Imagen tomada en visita técnica a SERPRE. Bogotá 08 de marzo de 2012.*

Lleva el registro de los usuarios y datos como el nombre, la dirección, número del medidor, fecha de instalación, consumo de los últimos meses, estado actual; además cuenta con información necesaria para suministrar el precio del kilovatio según lo estipulado en la CREG como es la altura sobre el nivel del mar, estrato, porcentaje de alumbrado público o aseo de ser necesario, subsidios por ser empleado y datos correspondientes que varían la tarifa del kilovatio del usuario. (CREG, 2012).

Además este software le proporciona al operador de red o encargado de la estadística del sistema alarmas cuando los usuarios han bajado bastante el consumo promedio calculado con meses anteriores o cuando tiene un consumo nulo; esto es para que la empresa distribuidora de servicios públicos pueda generar de acuerdo a estas alarmas las ubicaciones necesarias para hacer un plan de logística de verificación y control, para observar si el bajo o alto

consumo se debe a un evento normal por tener sobra de recarga, el no uso del inmueble durante un periodo o quizás algún tipo de fraude y pueda tomar los correctivos necesarios en caso de ser este último el caso.

Con el software también el operador de red o la empresa de servicios públicos puede fácilmente dar o denegar el permiso de los puntos de recarga CAR esto para lograr un control o llevar a cabo la terminación de habilitación de este vendedor por cualquier inconveniente; además se puede adquirir un reporte de las ventas totales de los puntos CAR así como las ventas de emergencia realizadas y el estado en que se encuentran.

Para las empresas distribuidoras de servicios públicos es muy importante que toda la información de los clientes con el nuevo sistema prepago se pueda incluir en las bases de datos de la empresa y ser un solo sistema entre estos software, por consiguiente el AGS tiene la posibilidad de entregar toda la información que posee en archivo plano para que de esta manera se pueda incorporar con cualquier tipo de software en especial énfasis a los del servicio de energía eléctrica y en el caso de ELECTROHUILA los software de SIEC (Sistema de Información Eléctrica Comercial), SITEC (Sistema de Información Técnico Comercial) y SPARD (Sistema para Administrar Redes de Distribución).

El software AGS es totalmente configurable para cobrar diferentes conceptos adicionales; como por ejemplo las deudas de los usuarios con la empresa prestadora del servicio público, la limitante en este aspecto es que según lo reglamentado en la resolución CREG 096 de 2004 el operador de red solo podrá cobrar a los usuarios del sistema prepago el 15% de la recarga realizada (CREG, 2012); es decir, que si un usuario tiene una deuda supongamos de 1 millón de pesos y realiza mensualmente una recarga de \$30000 el abono que realizaría a la deuda es de \$4500 pesos lo cual se supondría que amortizaría la deuda en 18 años. Esto se ha discutido y está en desarrollo la posible modificación de esta resolución porque causa pérdidas económicas en la recolección de cartera de las empresas prestadora de servicios públicos.

La administración de los municipios son los encargados de la infraestructura del alumbrado público de acuerdo al decreto 2424 de julio 18 de 2006 –“EL

MINISTERIO DE MINAS Y ENERGÍA”<sup>9</sup>, donde se regula la prestación del servicio de alumbrado público, en el sentido que tipifica la responsabilidad que ostenta los entes territoriales de orden municipal la Administración, Operación, Mantenimiento, Modernización y Expansión del sistema de alumbrado público corresponde su propiedad y mantenimiento; sin embargo en algunos casos como sucede con ELECTROHUILA las administraciones municipales realizan un contrato donde la empresa prestadora del servicio público realiza el cobro del alumbrado público en sus facturas por medio de un porcentaje de la energía consumida.

Es así que es necesario en la recarga de la tarjeta óptica que se cobre este aspecto por tal motivo que el software AGS permite la modificación para el cobro de conceptos adicionales por medio de un porcentaje de la recarga o por medio de una cuota fijada según el estrato y otros datos.

Así mismo como sucede con el alumbrado público son los conceptos de Aseo esta es una adaptación especial que permite cobrar conceptos de aseo de tipo variable en los primeros kWh adquiridos. Como ejemplo si un usuario cuyo promedio de compra mensual es de 100 kWh, y paga una mensualidad de aseo por el valor de \$8.000; en los primeros 40 kWh se incrementaría \$200 por cada kWh comprado para parte de Aseo y luego de haber comprado los 40 kwh ya no se cobrarían estos \$200.

#### **4.2.1.4. Razones para decidirse por el sistema prepago**

En SERPRE S.A. dan innumerables razones de los beneficios del sistema prepago como lo hemos expuesto antes; sin embargo, realizando una comparación de los costos del sistema actual potspago y el sistema ofrecido por esta compañía (ver **Tabla 1**), observamos económicamente los beneficios adquiridos por cualquier empresa de servicios públicos en general.

---

<sup>9</sup> Decreto 2424 de 18 de julio de 2006. Ministerio de Minas y Energía [En Línea] Disponible en la dirección: <http://www.dnp.gov.co/LinkClick.aspx?fileticket=lgDYD-ITA30%3D&tabid=322> Consultado el 2 de junio de 2012.

**Tabla 1.** Comparación de costos.

DESCRIPCIÓN	COSTO POR USUARIO		
	EN MORA	AL DIA	PREPAGO
Costo por medición por usuario	\$ 1.200	\$ 1.200	\$ 0
Costo por servicio usuario / mes			\$ 2.000
Costo proceso de facturación	\$ 800	\$ 800	\$ 0
Costo distribución de factura	\$ 100	\$ 100	\$ 0
Costo por recaudo	\$ 700	\$ 700	\$ 700
Costo proceso quejas y reclamos	\$ 1.200	\$ 1.200	\$ 0
Costo por Suspensión y reconexión	\$ 12.000	\$ 0	\$ 0
Otros Costos	\$ 500	\$ 500	\$ 500
<b>Total</b>	<b>\$ 16.500</b>	<b>\$ 4.500</b>	<b>\$ 3.200</b>

Como dato nuevo en esto, nos encontramos que SERPRE S.A. cobra algunos conceptos como licencia del uso del software, guardar los datos entregados por este software en sus servidores entre otros; un valor de aproximadamente \$2000 pesos por recarga que realice el usuario por el análisis de la información recopilada en su sistema, mantenimiento de los servidores, personal especializado para cualquier tipo de eventualidad con el servidor, etcétera; sin embargo, comparando aun así los costos de la implementación de este sistema la empresa tendría varios beneficios, más adelante muestro en detalle la comparación con los precios de ELECTROHUILA S.A. E.S.P.<sup>10</sup>

Además entre las primeras y más importantes razones de la implementación del sistema prepago, es el cobrar anticipado el servicio de energía eléctrica; esto quiere decir que la empresa no tendrá que realizar recolección de cartera o llevar casos a cobro jurídico porque el usuario no quiso pagar, este motivo reduce un costo y desgaste bastante grande a la empresa prestadora del servicio público.

#### **4.2.2. Sistema de medida centralizada con forma prepagada**

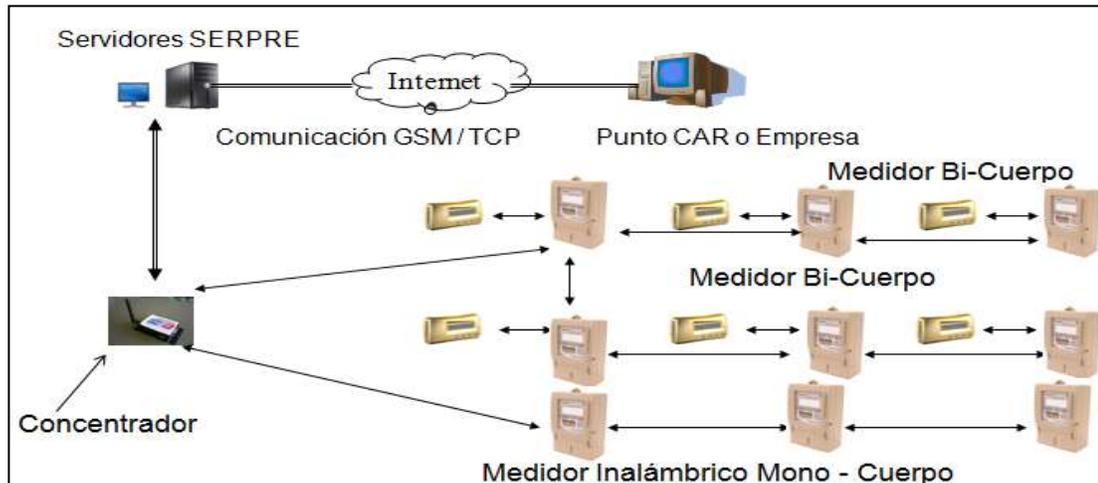
En el sistema de medida centralizada (ver **Figura 21**), la compañía de servicios públicos logra obtener y dar información importante y en tiempo real;

---

<sup>10</sup> Borbón, Miguel. Op. Cit.,

información como lo es la carga consumida hasta cierto tiempo y también la posibilidad de desconectar y reconectar a distancia.

**Figura 21.** Sistema de medida centralizada postpago o prepago.



*Fuente: Imagen realizada con imágenes de SERPRE.*

Es posible que el sistema de medida centralizada se use en cualquier modalidad ya sea postpago o prepago. Según mi criterio dejarlo en postpago sería mantener aun la creación de facturas y entrega de estas al usuario, además de que no se le podría suspender pues el usuario puede consumir lo que quiera y endeudarse, obteniendo el servicio por lo menos 2 meses gratis y después decidir quedarse en mora con la compañía. Por el contrario convirtiendo este sistema en prepago se recibe el valor del consumo previamente al uso del servicio, con lo cual eliminaríamos a los usuarios morosos nuevos y quitaríamos la división de creación y entrega de facturas lo cual corresponde un gran costo a la empresa.

El sistema de medida centralizada que se analizó es con modalidad prepago donde la empresa tiene en total dominio y control el consumo del usuario, la desconexión y reconexión de manera remota.

Es decir, que la empresa prestadora de servicios públicos para tomar la forma prepagada, puede utilizar cualquier medio para transmitir la información de la necesidad de energía del usuario hacia la empresa y como la empresa recibe el pago de este servicio. Pero siempre debe existir los puntos de recaudo para

brindar al cliente el menor desplazamiento posible para realizar su recarga de energía.

Como alternativa es posible que simplemente exista una comunicación las 24 horas entre los puntos de recaudo y la empresa del servicio público. El funcionamiento es que cuando el usuario acuda a un punto de recaudo a realizar su recarga, el punto de recargo informe a la empresa y ella le realice la recarga de manera remota; el punto de recaudo recoge el pago del servicio y la empresa realizaría la recolección cuando quiera o inmediatamente el día posterior. Con esto se evita cualquier tipo de fraude que pueda realizar las personas que administran los puntos de recaudo pues se crea una transparencia porque la empresa misma registra cada venta del punto de recaudo y sabe la cantidad económica que este debe entregar.

El sistema de medida centralizada prepagada se compone de cuatro módulos o bloques. El primer bloque son los medidores prepagado con sistema de transmisión de información de manera inalámbrica que en este caso el que se usaría es el medidor CCR-SRPR0525 del cual ya he explicado en el apartado de los productos de la empresa; el segundo bloque es la etapa de los contadores lo cual también ya he explicado su funciones; el tercer bloque son los catalogados por la empresa “Puntos CAR (Comercialización, Administración y Recaudo)” que he explicado su funcionamiento con el sistema prepago de tarjeta óptica pero en este caso varía en algunos detalles pues la información y venta no se realiza por esta tarjeta sino por el medio que desee la empresa o en caso de usar mi propuesta se realizaría por internet simplemente; y por último el que une la información de los puntos CAR con la base de datos de la empresa prestadora del servicio público es la plataforma informática del sistema prepagado la cual es catalogada por SERPRE S.A. como “AGS (Administrador Global del Sistema) que también tiene algunas modificaciones extras que explicaré a continuación.”<sup>11</sup>

#### **4.2.2.1. Medidor con sistema inalámbrico CCR-SRPR0525.**

El funcionamiento del medidor es como lo explicado en los medidores electrónicos prepagados donde la transmisión de datos es bidireccional y por medio de un radio del tamaño de 5 centímetros cuadrados el cual es

---

<sup>11</sup> Borbón, Miguel. Op. Cit.,

incorporado y pues el envío de estos datos también se realizan encriptados y con alta seguridad por medio de protocolos como RF (Radio Frecuencia) o tecnología ZigBee.

Estos medidores prepagados inalámbricos igualmente que el anterior cumplen con los estándares internacionales, por tal motivo un operario capacitado puede realizar la instalación igual que con los medidores anteriores.

Siempre hay que hablar sobre los medidores trifásicos porque son diferentes a los convencionales y para este caso, la empresa SERPRE S.A. no diseñó ningún medidor sino que realizó una medida alternativa. Esta medida la realizaron por un proyecto en Chile y consistía que para no desechar los medidores trifásicos postpago o actuales, diseñaron una caja con las cuatro líneas, esta se ubica anterior a los medidores postpago y está compuesto por un relevo, un sensor de energía y su etapa de transmisión inalámbrica; es así, que obtiene una medida de la energía consumida instantánea y puede desconectar o reconectar inalámbricamente pero como la medición no es tan confiable como la de un medidor, esta caja o dispositivo la usaron para servicio postpago y con énfasis en la segunda función.

En los medidores CCR-SRPR0525 pueden ser de dos tipos monocuerpo o bicuerpo. El monocuerpo es el medidor solo con el radio incorporado y se comunica con otros medidores y los concentradores; El bicuerpo es el medidor y el display SRPR0515 ya explicado, en este caso se ubica el medidor en la parte superior de un poste y el display se ubica en la vivienda del usuario evitando con esto que se afecte cualquier tipo de daño o fraude en el medidor pues ya el usuario observaría que se expone a un riesgo subir al poste a realizar esta actividad ilícita.

Estos medidores también puede llevar incorporado un GPS para realizar diferentes funciones adicionales con los servicios que presta esta tecnología, como por ejemplo la identificación del medidor por su ubicación cercana al usuario.

#### **4.2.2.2. Administrador Global del Sistema de medida centralizada.**

En el sistema de medida centralizada SERPRE S.A. realizo modificaciones al software AGS ya desarrollado y explicadas sus funciones anteriormente y el pequeño manual realizado y expuesto en los anexos.

Sin embargo debido al cambio de topología del sistema se añaden nuevas funciones como permitir realizar lectura, corte y reconexión de manera remota vía internet; suministra reportes de consumo de los usuarios, lecturas en línea, lecturas acumuladas y estadísticas de usuario permitiendo observarlas desde cualquier dispositivo con conexión internet como un computador o un celular; permite exportar la información obtenida a cualquier tipo de formato requerido o archivos planos así como imágenes y curvas estadísticas del consumo del usuario.

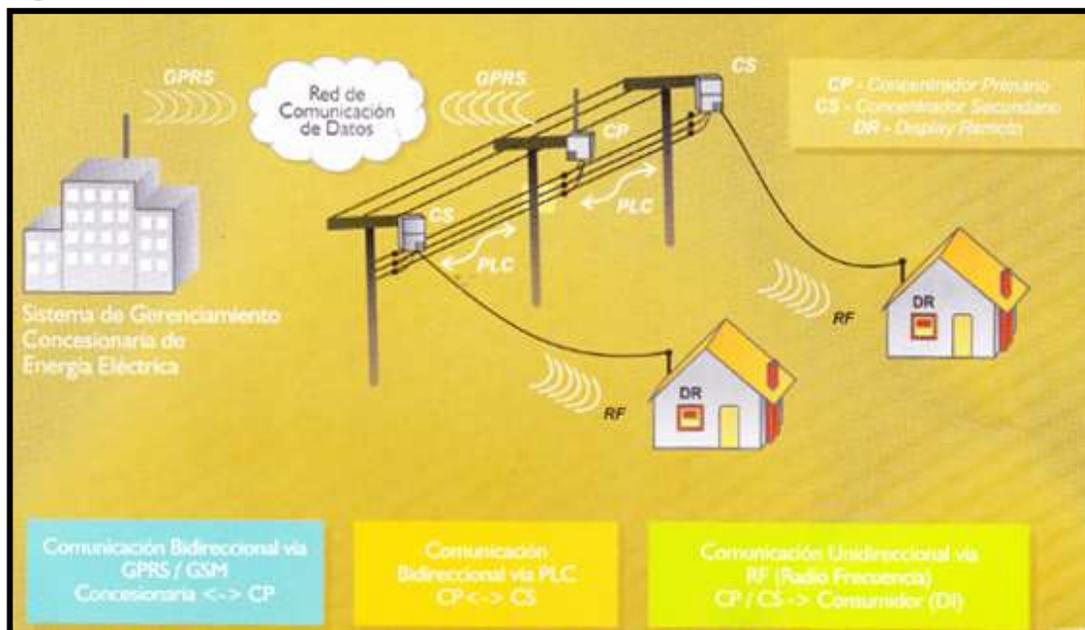
Su aplicación es bastante buena y el soporte del software sigue siendo una recomendación buena aun para este tipo de sistema de medida centralizada y prepagada.

## V. ELO SISTEMAS ELECTRÓNICOS S.A.

ELO Sistemas Electrónicos, es una empresa que nació hace 30 años y tiene gran experiencia en el mercado de la medición electrónica y sistemas relacionados. Tiene una fuerte presencia en el sector eléctrico de Brasil y es reconocida como uno de los principales proveedores de equipos y sistemas electrónicos para estos el campo de la eléctrica tanto en la distribución como en su comercialización. (ELO, 2012).

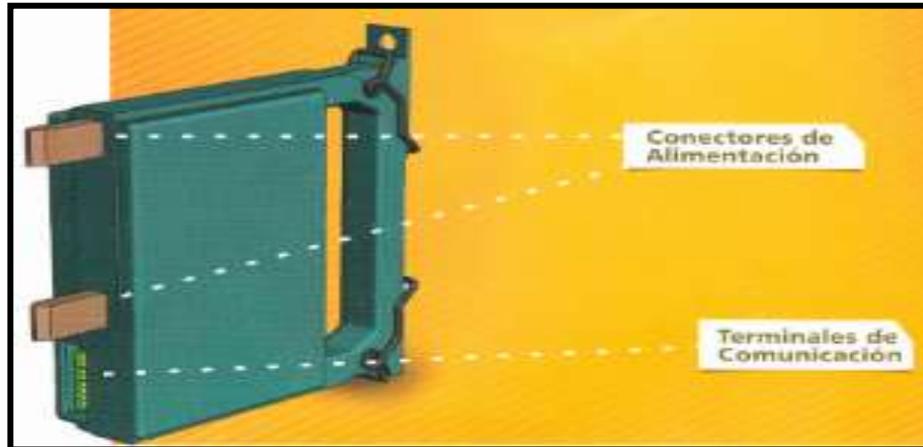
Esta compañía llama a su sistema de medición centralizada “EXA (Energy Automation)” (ver **Figura 22**), esto se realiza a través de módulos (ver **Figura 23**), que para ELO S.A. son verdaderos medidores de energía eléctrica, completos y con interfaz de comunicación; Sin embargo, ELO S.A. ha tenido una serie de inconvenientes con los módulos que se expone más adelante como una de sus limitaciones.

**Figura 22.** Sistema de medida centralizada ExA.



Fuente: Sistema de Medición Centralizada ExA. [Folleto]. Obtenido el 30 de mayo de 2012.

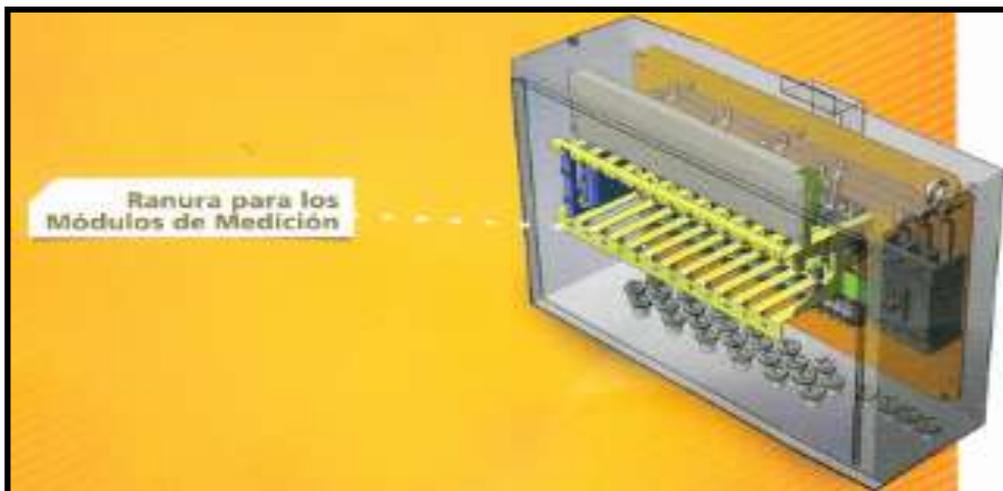
**Figura 23.** Módulo monofásico.



*Fuente: Sistema de Medición Centralizada ExA. [Folleto]. Obtenido el 30 de mayo de 2012.*

Estos módulos pueden ser monofásicos, bifásicos o trifásicos y son instalados en la caja de medición y en sus ranuras apropiadas (ver **Figura 24**). Este sistema fue desarrollado con base a las últimas tecnologías de comunicación, electrónica e información, como una herramienta para las centrales o empresas prestadoras de servicios públicos que buscan optimizar los ingresos, mayor control en la red de distribución, reducir gastos de operación y mejorar sus redes.

**Figura 24.** Caja de medición.



*Fuente: Sistema de Medición Centralizada ExA. [Folleto]. Obtenido el 30 de mayo de 2012.*

## **VI. ELSTER MEDIDORES S.A.**

ELSTER Medidores S.A. es una empresa con más de 160 años en el mercado de medidores de energía eléctrica y los diferentes sistemas para su distribución y comercialización, por consiguiente tienen tecnología avanzada y ofrece grandes beneficios a las empresas prestadoras de servicio eléctrico.

Para Elster el conjunto o sistema de medición centralizada y prepagada la catalogaron como “Garnet” el cual fue desarrollado especialmente para proporcionar a los operadores de red o empresas de servicio de energía eléctrica, una alternativa interesante para uso de medidores reemplazando los convencionales en un conjunto completo de medición y control.

El Garnet tiene como principal objetivo la reducción de las pérdidas comerciales, causadas por fraude en la red de distribución de energía. Por lo tanto, su aplicación se centra para las zonas con alta concentración de consumidores de bajos ingresos como en las áreas invadidas y/o con instalación eléctrica fraudulenta; este sistema ha sido instalado en gran proporción a las denominadas “Favelas” de Brasil por ser un sector de bajos recursos y representar grandes pérdidas para las compañías.

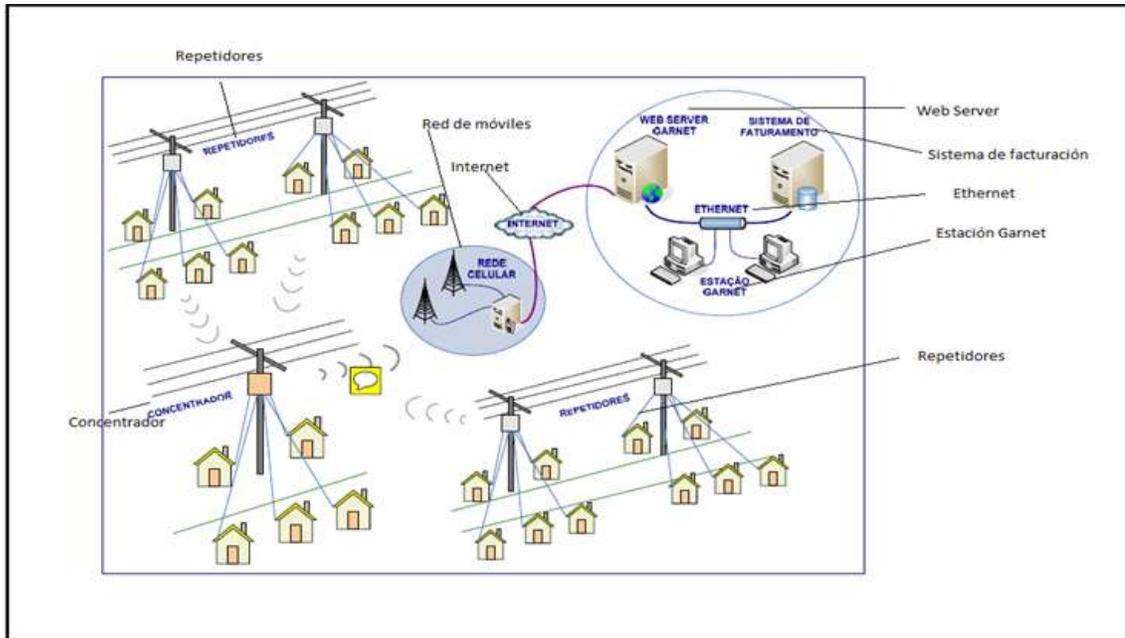
Se basa en el principio de medición convencional, utilizando medidores electrónicos monofásicos estándar de Elster, contenidos en una caja, que a su vez es establecida en su propio poste o cruceta de la red de distribución de energía, lo que hace que sea inviable el acceso a los medidores por parte de los consumidores.

Su conjunto de comunicación se realiza por módulos electrónicos instalados en la misma caja, que tiene la función de envío de lecturas para la empresa prestadora del servicio y el consumidor que, a través de una pantalla remota puede controlar su consumo en tiempo real.

### **6.1. Sistema de medición GARNET**

El sistema de medición Garnet (ver **Figura 25**), posee dos tipos de conjuntos de medición: repetidores y concentradores, explicados a continuación.

**Figura 25.** Sistema de medición Garnet.



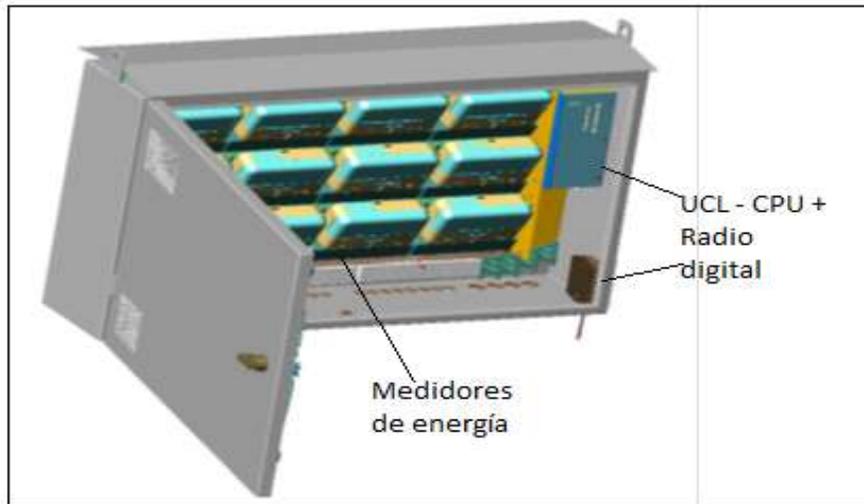
*Fuente: Manual del Producto, Garnet. Elster Group. Versión 04 de 2011, p.8*

### 6.1.1. Repetidor

El conjunto Repetidor (ver **Figura 26**), tiene la función de recoger las lecturas de los medidores de energía y transmitir las a las pantallas remotas, el Conjunto Concentrador posee capacidad para controlar hasta 12 (doce) unidades consumidoras monofásicas, o las posibles combinaciones polifásicas formadas por el agrupamiento de los medidores monofásicos (ELSTER, 2012). El Repetidor es compuesto por los siguientes aparatos:

- Medidores electrónicos convencionales Elster.
- Un relé de corte/reconexión por medidor.
- Una UCL (Unidad de Comunicación Local) que es una CPU y un radio digital.

**Figura 26.** Repetidor.



*Fuente: Manual del Producto, Garnet. Elster Group. Versión 04 de 2011, p.9*

El Repetidor congrega funcionalidades como adquirir de manera electrónica el paquete de datos disponibles por medio de los medidores, siendo esta información transparente; realiza la comunicación unidireccional con los dispositivos mostradores localizados en las unidades consumidoras o viviendas de los usuarios; lleva a cabo la comunicación bidireccional por radiofrecuencia de media distancia entre los conjuntos de medición localizados en diferentes postes, visando alcanzar el concentrador; Recibe, autentica y ejecuta los comandos de corte y/o reconexión de los relés de remanencia para permitir la conexión o desconexión del suministro de energía a un medidor en especial y posee sensores para realizar el monitoreo del estado de la puerta del gabinete en caso de intento de fraude.

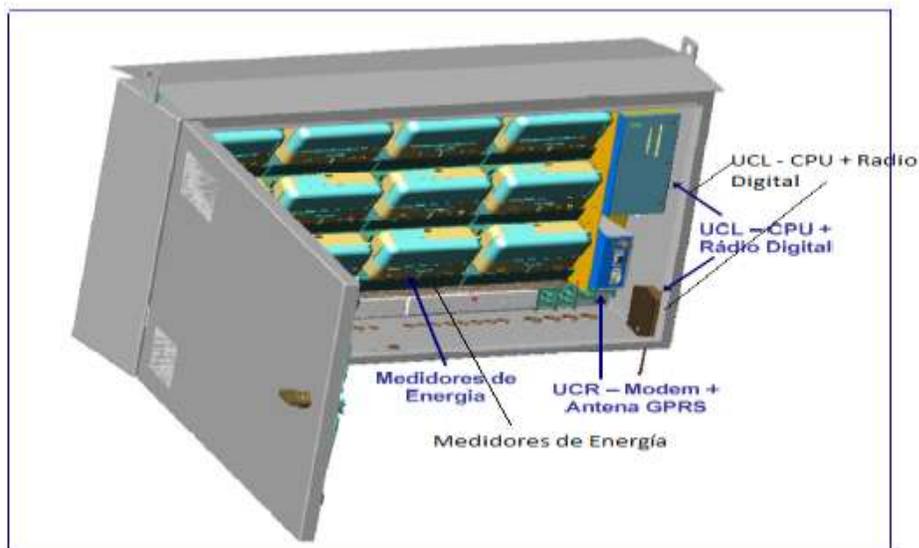
### **6.1.2. Concentrador**

El conjunto concentrador (ver **Figura 27**), es responsable de recoger y enviar datos hasta 80 conjuntos repetidores de la compañía eléctrica, y actúan también como un Repetidor. (ELSTER, 2012)

Es capaz de controlar hasta doce (12) unidades de consumo monofásicas o las posibles combinaciones polifásicas formadas por el agrupamiento de medidores monofásicos. El concentrador se compone de los siguientes elementos:

- Medidores electrónicos Elster convencionales.
- Un relé de corte / religa por medidor.
- Una UCL.
- Una UCR (Unidad de Comunicación Remota) que es un Módem y una Antena GPRS.

**Figura 27.** Concentrador.



*Fuente: Manual del Producto, Garnet. Elster Group. Versión 04 de 2011, p.10*

Así que además de todas las funciones del Repetidor, el Concentrador tiene funciones especiales para realizar la labor de transmitir la información hacia los servidores por diferentes protocolos de comunicación, también promueve la interoperabilidad con los conjuntos de las empresas prestadoras de servicio de energía eléctrica.

### 6.1.3. Medidores Monofásicos A100C / A102C<sup>12</sup>

Los medidores A100C y A102C (ver **Figura 28**), tienen pantalla de cristal líquido (LCD), donde se muestran las mediciones eléctricas, la energía total, los datos de identificación seguridad, además de condiciones de funcionamiento.

<sup>12</sup> Medidor Residencial Compacto. [En Línea] Disponible en la dirección: <http://energia.elster.com.br/pt/downloads/A100C-A100RC-A102C-A102RC.pdf> Consultada el 10 de Junio de 2012.



**Figura 29.** Pantalla Remota.



Fuente: Manual del Producto, Garnet. Elster Group. Versión 04 de 2011, p.13

**Tabla 2.** Mensajes según codificación de la pantalla remota.

Código Identificador	Descripción	Formato
1	Formato de la fecha en día - mes.	"01 31-12"
2	Hora en el formato horas - minutos.	"02 23h 59"
3	El registro de energía activa consumida en kWh	"03 000001".
24	El registro de la potencia reactiva consumida en kVArh	"24 000001"
33	Número de serie del medidor de potencia.	"33 0... 00001"
CO	Tipo de instalación.	"Co monoF." "Co biFAS." "Co triFAS."
Cj	Identificación del conjunto Garnet Ubicado en la red.	"cj0001"
Er	Código de la señalización, se muestra sólo cuando se producen una de las condiciones descritas a continuación.	"Er Cod. 01"
88	Prueba de la pantalla, para que el usuario puede comprobar si todos los segmentos de la pantalla están trabajando.	"88 888888"

Fuente: Manual del Producto, Garnet. Elster Group. Versión 04 de 2011, p.14

A través de la pantalla remota también es posible identificar posibles fallos en la comunicación, de acuerdo con el tipo código que muestre la pantalla:

- "Er Cod. 01"- La pantalla no ha recibido su paquete de actualización por un tiempo superior a 120 segundos (sin comunicación entre la UCL y la pantalla);
- "Er Cod. 02" - El paquete recibido posee fecha y hora anteriores a las que están en el último paquete validado;

- “Er Cod. 03” El paquete recibido tiene fecha y hora iguales a las presentes en el último paquete validado (posiblemente sin la comunicación entre la UCL y el medidor);
- “Er Cod. 04” - El paquete recibido no tiene fecha ni hora dentro de los rangos aceptables;
- “Er Cod. 05” El paquete recibido tiene un error que puede haber ocurrido por una interferencia en la transmisión o la UCL que transmitió no es la misma configurada en la pantalla.

### 6.1.5. Colector.

El colector (ver **Figura 30**), es un terminal de comunicación inalámbrica que se puede utilizar para ejecutar comandos tales como la lectura del consumo de los medidores de energía en caso de ser necesario por la empresa prestadora del servicio público enviar personal para su verificación.

**Figura 30.** Colector inalámbrico.



*Fuente: Manual del Producto, Garnet. Elster Group. Versión 04 de 2011, p.15*

Debido a que es un dispositivo de comunicación de radiofrecuencia (RF), tiene la facilidad de cambiar comandos con el mismo conjunto de medición a distancia, sin subir al poste o abrir el cuadro de medición. A través del colector se puede ejecutar comandos como:

- Requerir la lectura del consumo de medidores de energía activa y reactiva.
- Realizar el corte y reiniciar la unidad de consumo.

- Requerir los números de serie de los contadores y sus respectivas posiciones dentro del conjunto de medición de energía – Garnet.

## **6.2. Sistema de Comunicación del Garnet**

El conjunto de comunicación Garnet se divide en dos capas:

- LAN (Local Área Network): Red Local, compuesta por módulos de comunicación a través de RF (aparatos de radio, además de repetidores y la pantalla remota);
- WAN (Wide Área Network): Red de larga distancia, compuesta por la UCR Unidad de Comunicación Remota (módem y una antena GPRS y en el conjunto concentradores).

### **6.2.1 Red Local (LAN)<sup>13</sup>**

Comunicación local entre los repetidores y las pantallas remotas es llevada a cabo por la UCL a través de la tecnología de radiofrecuencia y la topología Mesh.

A través de la LAN, un conjunto de datos puede ser enviado a los servidores de comunicación bajo demanda, o en cualquier momentos puede solicitar la información instantánea del estado de funcionamiento o configuración de cualquier cuadro del conjunto (concentrador o repetidor).

En las redes con topología Mesh tienen ciertas ventajas como que no hay pérdida en la comunicación, es decir que la ruta de comunicación es establecida de manera dinámica, donde un fallo en uno de los elementos de red no interfiere con el desempeño de otros, que operan por caminos alternativos; Además la capacidad de expansión pues como hay comunicación entre los elementos de la red, para ampliarla sólo hay que añadir el equipo adicional y configurarlo.

Los paquetes de información son encriptados y des encriptado sin la CPU sólo en otra unidad de comunicación o en una pantalla remota. El módulo de radio

---

<sup>13</sup> Redes Lan/Wan. [En Línea] Disponible en la dirección:  
[http://dominiopublico.com/intranets/lan\\_wan.php](http://dominiopublico.com/intranets/lan_wan.php) Consultado el 20 de Junio de 2012.

actúa de manera transparente, pues la clave de criptografía es única para cada pantalla remota.

El propósito de la UCL es establecer una comunicación inalámbrica entre los medidores ubicados en el conjunto de medición y los aparatos monitores instalados en las unidades de consumo. Para ello, utiliza el protocolo Modbus, con tasa de comunicación digital 38,4 kbps, tasa de transmisión RF 120 kbps y operación HalfDuplex (TDD) en la banda de 902-928 MHz.

#### **6.2.1.1. Unidad de Comunicación Local – UCL**

Unidad de Comunicación Local que forma parte tanto del Conjunto Concentrador como del Conjunto Repetidor, se compone de una CPU y un Radio Digital.

La CPU cumple funciones como adquirir los paquetes de datos electrónicos proporcionados por el medidor; es el encargado de la ejecución de comandos de cortar y / o reinicio de las unidades consumidoras y vigila el estado de la puerta del gabinete.

El Radio Digital realiza la comunicación bidireccional de media distancia por RF entre los conjuntos de medición ubicados en diferentes postes con el fin de lograr llegar al concentrador; además efectúa la comunicación unidireccional con los dispositivos mostradores ubicados en las unidades de consumo.

#### **6.2.2. Red de larga distancia (WAN)<sup>14</sup>**

La comunicación de larga distancia entre los concentradores y la empresa de energía se lleva a cabo por la UCR (Unidad de Comunicación Remota) que utiliza la tecnología GPRS en las redes celulares.

El concentrador periódicamente solicita los datos de los repetidores y los almacena en su memoria interna, lo que hace que estén disponibles para el conjunto de telemetría GPRS, además de direccionar para la red de repetidores las solicitudes externas que recibe.

---

<sup>14</sup> Ibid., Redes Lan/WAn.

Este conjunto de comunicación presenta una serie de ventajas, como se describe a continuación:

- **Instalación flexible:** esto significa que la empresa distribuidora del servicio eléctrico puede instalar todos los conjuntos repetidores y definir conforme la topología, el conjunto concentrador. Para ello, sólo tendrá que incluir la UCR en el repetidor convirtiéndolo en un concentrador.
- **Flexibilidad para la adecuación de los conjuntos en tiempo de utilización:** esto significa que la empresa distribuidora del servicio eléctrico puede cambiar la configuración de la topología de la red a cualquier momento y se puede hacer todos los ajustes necesarios, incluso después de la instalación, ya que sólo necesita quitar la UCR del conjunto concentrador, convirtiéndolo en un conjunto repetidor a su vez reubicando esta UCR para otro repetidor en un conjunto concentrador.
- **Flexibilidad de crecimiento del parque:** esto significa que la empresa distribuidora del servicio eléctrico puede conforme aumenta la demanda de nuevos clientes, adquirir conjuntos repetidores para extender la red y UCRS para asistir a estas redes.

#### **6.2.2.1. Unidad de Comunicación Remota – UCR**

Unidad de Comunicación Remota se compone de un módem GSM y una antena. Su función principal es permitir la comunicación bidireccional entre el conjunto concentrador y el concesionario a través de la tecnología GPRS.

La antena Quad Band utilizada en la Unidad de Comunicación Remota tiene unas características técnicas (ver **Tabla 3**).

**Tabla 3.** Características técnicas de la antena Quad Band.

Antena Quad Band	
Modelo	ASA-804CI - ARS Electrónica Industrial
Rango	820 MHz / 1.9 GHz
Conector	SMA 90 °
Ganancia	0 dB / 2,15 dBi
VSWR	<2:1
Polarización	Vertical
Impedancia Nacional	50 Ω
Potencia Máxima	15 W
Estándar	Omnidireccional
Cable coaxial	RF-174
Longitud del cable	2,15 m
Longitud máxima	116 mm
Grosor	7 mm
Ancho	30 mm
Peso	0,043 kg
Temperatura Máximo	65 °C

*Fuente: Manual del Producto, Garnet. Elster Group. Versión 04 de 2011, p.19*

## **VII. LIMITACIONES, SELECCIÓN Y PRESENTACION DE PROPUESTAS**

En este apartado se expone las diferentes limitaciones que se tuvo en el transcurso de la realización de proyecto con las empresas expuestas anteriormente; se seleccionó una empresa y se expuso dos propuestas para la implementación de la prueba piloto; sin embargo, la decisión final por parte de la Gerente de ELECTROHUILA S.A. E.S.P. indicando si daba la viabilidad y el presupuesto aun tiene demora en el tiempo por consiguiente con la información se realizó el análisis y el estudio del sistema prepago.

### **7.1. Limitaciones.**

Con SERPRE S.A. se observó ciertas limitaciones debido a los pocos años de experiencia comparado con otras empresas, es decir que SERPRE ofrece buenos servicios pero no con la misma tecnología que lo ofrecen otras empresas; pero igualmente esta se encuentra encarrilada por un buen camino. Una de las limitaciones que freno la implementación de la prueba piloto, es que se pretendía que esta fuese gratuita; como se llevo a cabo en EPM pero SERPRE ya había realizado suficientes pruebas gratuitas y pues ahora solicitaba la compra por lo menos de la mitad de los equipos o un documento que garantizará la implementación en un sector de la ciudad por un tiempo determinado; lo cual era una decisión que solo puede tomar la gerencia de ELECTROHUILA.

ELO Sistemas Electrónicos S.A. se originaron grandes limitantes debido a que no se logró un contacto directo y estable con esta empresa sino que se realizaba por una empresa intermediaria INRESA lo cual hacia muy demorado el avance y entrega de información especializada. Se observa que se usaban módulos lo cual sorprendió pues las cajas de medición reducen notablemente su tamaño, pero más adelante se encontró que el aspecto legal de la CREG la cual rige en Colombia, apenas se está actualizando para la medición prepago y modificando sus artículos pero ni en postpago, ni prepago se encuentra estipulado el uso de módulos para la medición de energía eléctrica, sino únicamente medidores; por consiguiente es un gran inconveniente en la implementación de este sistema en algún sector de la ciudad.

Para ELSTER la limitación primordial es que su alta tecnología implicaba un costo mucho mayor a compañías como SERPRE; agregando que para ELECTROHUILA es difícil inclinarse de implementar este proyecto pues de acuerdo al CCU (Contrato de Condiciones Uniformes) “es compromiso del propietario de la acometida, medidor y red interna, la revisión, construcción, mantenimiento o modificación de la instalación eléctrica y corresponde al usuario sufragar los costos generados por esos motivos;” Por consiguiente es muy difícil hacer que el usuario asumo el costo tan elevados de estos medidores.

## 7.2. Selección de la Empresa.

Teniendo en cuenta lo anterior la empresa que seleccionó fue SERPRE S.A. y debido al presupuesto que generaba implementar la prueba piloto, se escogió el sistema de medición prepagada por medio de tarjeta óptica; por consiguiente se solicitó una cotización por correo electrónico (ver **Figura 31**).

**Figura 31.** Cotización de la implementación de la prueba piloto.

<b>Costos Unitarios</b>	
(ENERGÍA) Equipo Monofásico, Modelo CCR-SPOC, 20(80)Amperios, clase 1, incluye tarjeta óptica	COL \$ 170.000
<b>Costo Punto de venta de las cargas (1 Unidad)</b>	
dispositivo de lectura y escritura (para recargar la tarjeta).	COL \$ 500.000 (costo menor al comercial)
<b>Costo capacitación (8 horas)</b>	
Servicio (no incluye costos de viaje)	Vía remota (2 horas sin costo)
<b>Costo de Licencia Software AGS ® Costo total</b>	
Licencia AGS Central	Sin costo por un mes

*Fuente: Borbón, Miguel. Correo Electrónico. 21 de Junio de 2012.*

## 7.3. Propuesta

Para las dos propuestas siguientes siempre se enfoco al uso de un solo punto de recarga de la tarjeta óptica, debido a que este puede suministrar el servicio a una cantidad múltiple de contadores siempre y cuando esto se realice en un grupo cercano a este punto de recaudo. Por consiguiente la prueba piloto a

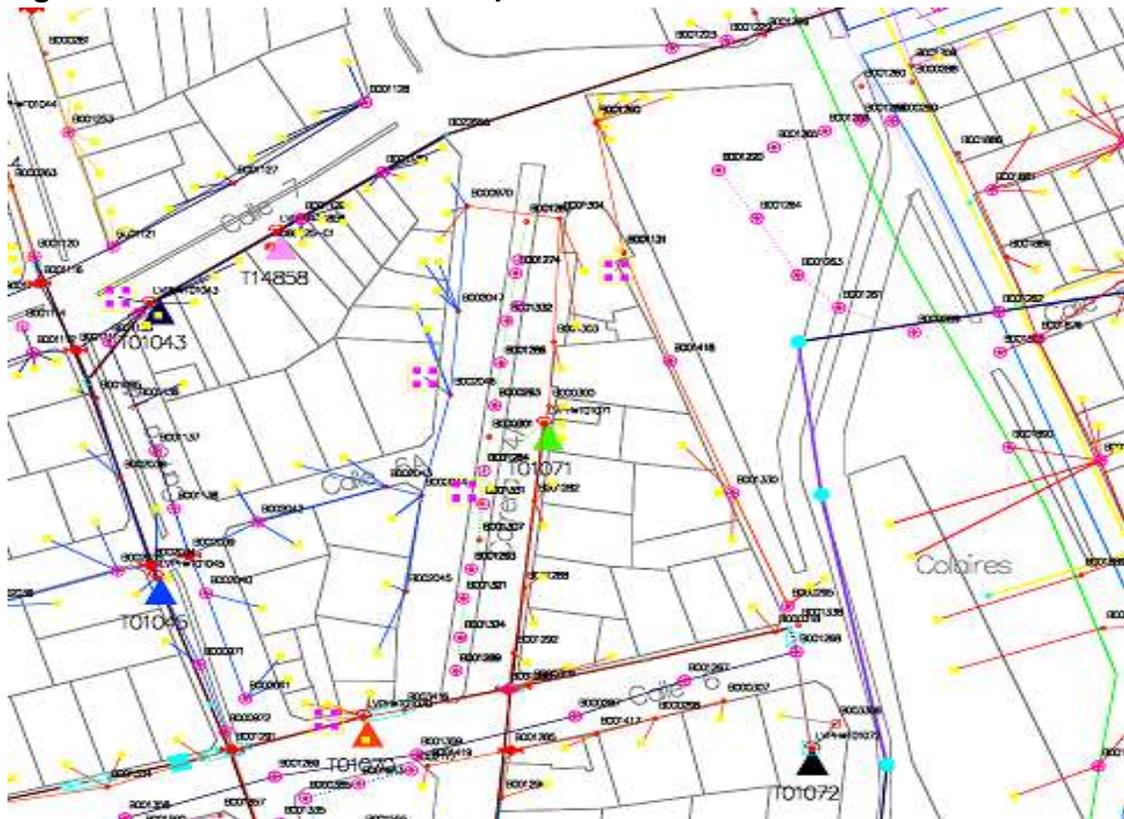
implementar solo necesita un punto de recarga que se ubica en la sede El Saire.

Para la implementación se planeó usar por lo menos unos 9 o 10 contadores con este sistema para lograr realizar un análisis estadístico y las diferentes ganancias que obtengan la empresa y los usuarios en la propuesta a proyectar.

### 7.3.1. Propuesta: “Casetas ubicadas en la calle 7 en la Estación del Ferrocarril”

En esta propuesta se presenta la necesidad de cambiar la red que actualmente se encuentra con topología de red abierta con ASCR #4 por red trenzada trifásica. Para mayor ilustración (ver **Figura 32**), donde se encuentra ubicadas las casetas.

**Figura 32.** Ubicación de las casetas y el billar.



*Fuente: Imagen tomada del software SPARD en ELECTROHUILA. 25 de Junio de 2012.*



Seguidamente realizamos el presupuesto (ver **Tabla 4**), de esta prueba piloto ingresando unas cajillas metálicas de seguridad para proteger los medidores electrónicos con sistema prepago para que no se cause daño alguno por personal externo a la empresa.

**Tabla 4.** Presupuesto primera propuesta.

ELEMENTO	COSTO UNITARIO	CANTIDAD PROYECTADA	RECURSO DE ELECTROHUILA	RECURSO EXTERNO
Equipo Monofásico, Modelo CCR-SPOC incluye tarjeta óptica.	170000	9	0	1530000
Dispositivo de lectura y escritura (Recarga de Tarjeta)	500000	1	0	500000
Red Trenzada 30X70 + 1#50 (metro)	17251	75	1293825	0
Caja Bornera para 8 acometidas	151125	2	302250	0
Grapa de retención para red trenzada	21292	2	42584	0
Cajilla Metálica protectora con candado	35000	9	0	315000
Grapa de suspensión para red trenzada	6848	2	13696	0
<b>SUBTOTAL</b>			1652355	2345000
<b>TOTAL</b>			<b>3997355</b>	

Es necesario para la ejecución de la prueba piloto propuesta el desplazamiento de personal encargado hacia la ciudad de Bogotá para la capacitación total de los equipos y enseñanza del manejo apropiado por parte de SERPRE S.A. o en su defecto pagar los viáticos para que se desplace un ingeniero de la empresa SERPRE para adquirir los conocimientos que tiene del manejo del equipo adquirido.

La licencia del software AGS, para la realización de la recarga de las tarjetas; será gratuita en el tiempo de duración de la prueba piloto según la cotización de SERPRE, este tiempo de duración está proyectado en 1 mes. Para la implementación futura en un sector de la ciudad tiene un costo de \$2000 pesos mensuales por medidor prepago que ejecute una recarga.

Los usuario que se planea usar para la prueba piloto con los medidores electrónicos con sistema prepago son 9 y los códigos de cuenta respectivos son 211923846, 218637735 (Billar), 554570264, 211924623, 211962655, 210547605, 210546828, 197698424 y 210545041.

### 7.3.2. Propuesta: “Puntos de ventas informales y conectados a la red eléctrica directamente (Fraude)”

En esta propuesta se presenta la necesidad de realizar el proceso de recolección de cartera a los usuarios que se encuentran conectados sin legalizar y sin ningún medidor que facture e indique la cantidad de energía consumida por sus equipos.

Se indica la ubicación y punto de toma de energía de los fraudes que se encontró a simple vista desde el vehículo de La Empresa (ver **Tabla 5**), tomadas el día 7 y 8 de Mayo del año 2012, de los cuales algunos usuarios desean la legalización del servicio y consideran favorable la aplicación de esta prueba piloto.

**Tabla 5.** Ubicación de usuarios conectados sin medidor.

NOMBRE	DIRECCION	BARRIO	NEGOCIO	APOYO AL CUAL SE ENCUENTRA CONECTADO
Milton Clemente Garrido	Calle 7A #3-04	Virgilio Barco	Caseta	B014211
Guillermo Gonzales	Carrera 1 con Calle 43 (Iglesia de Cándido)	Cándido	Guarapería	B019866
Henry Hernández	Carrera 7 con Calle 6	Centro	Montallantas	B006706
NA	Carrera 7A con Calle 1	Centro	Puesto de empanadas	(Subterránea)
Ángela Trujillo	Calle 1H #36-04	Los Alpes	Puesto de Tintos y Glorieta de La Virgen	M064445 (T14476)
Juan Carlos Villareal	Calle 24A Sur #34A-02	Oasis	Montallantas	B007591
Ismael Vargas	Carrera 5 Vía al Sur intersección Vía Surabastos	Zona Industrial Sur	Puesto de Control Policía y Montallantas	M001548
Esteban Ramírez	Detrás de la bomba Milenio Gas, Frente a Hielo Foca	Zona Industrial Sur	Restaurante	M002471
NA	Carrera 30 con Calle 18A Esquina	Jardín	Puesto de Tintos	B009490
Yilmer Jacobo	Calle 9 con carrera 4, Esquina Foto Japón	Centro	Puesto de Salpicón	B000968
Sandra Patricia	Carrera 10 con calle 7 Esquina	Altico	Puesto de Periódicos	B002511

En esta propuesta existe la posibilidad para dar el servicio de energía prepagada a las casetas y puntos de venta informal mencionados y con esto lograr que se observe por lo menos en un mes que es la duración de la prueba, cuanto esta la empresa dejando de facturar por motivos de estos fraudes.

Cabe aclarar que varios de estos puntos tienen sus conexiones directas a la red eléctrica por medio de acometidas que no cumplen ninguna norma técnica como por ejemplo en un caso se encontró la acometida con cable telefónico; por tal motivo en es necesario el cambio del punto de toma para cumplir con las normas constructivas de las acometidas y medidor.

Se realizó el presupuesto (ver **Tabla 6**), de esta prueba piloto ingresando las mismas cajillas metálicas de seguridad para proteger los medidores electrónicos con sistema prepagado para que no se cause daño alguno por personal externo a la empresa.

**Tabla 6.** Presupuesto segunda propuesta.

ELEMENTO	COSTO UNITARIO	CANTIDAD PROYECTADA	SUBTOTAL
Equipo Monofásico, Modelo CCR-SPOC incluye tarjeta óptica.	170.000	10	1'700.000
Dispositivo de lectura y escritura (Recarga de Tarjeta)	500.000	1	500.000
Costo capacitación (hora)	Viáticos de un ingeniero	8 Presencial 2 Virtual	Viáticos
Cajilla Metálica protectora con candado	35.000	10	350.000
<b>TOTAL</b>			<b>2'550.000+Viáticos</b>

Se presupuestó 10 contadores para implementarlos en los puntos aludidos, dado el caso que algún punto se desplace y no se encuentre al momento de implementar, se busca otro punto con las características necesarias para la ubicación del medidor en caso de llegar a suceder.

El punto de recarga se ubicará en el Saire, donde los usuarios se desplazarán para obtener el servicio de energía eléctrica, esto en el tiempo de la prueba piloto; cuando se desee implementar el proyecto, los puntos de recarga se

pueden expandir por el sector como sucede con los teléfonos celulares para así dar comodidad al usuario de no desplazarse tanto para lograr la recarga.

Se le haría entrega al usuario la tarjeta óptica y se entregaría el medidor en calidad de préstamo, este se ubicará en su respectiva caja metálica con el candado donde el usuario y la empresa portará las llaves para la manipulación sea para ingresar la tarjeta óptica o revisar su funcionamiento adecuado.

Al finalizar el mes de la prueba piloto planificada, se obtendrían los consumos que la empresa no ha facturado y se realizaría un análisis de pérdidas para que se observe el beneficio que trae implementar estos contadores y en un futuro pueda ser realizable su implementación.

#### 7.4. Ventajas de la implementación de cualquier propuesta

Para conocimiento; la futura implementación de los medidores electrónicos con sistema prepago o para la prueba piloto tiene como consecuencia benéfica para la empresa una reducción de algunas labores y a eliminación de otras, ELECTROHUILA S.A. E.S.P. paga realización de estas labores por medio de empresas contratistas o empleados de la compañía (ver **Tabla 7**).

**Tabla 7.** Costo de ELECTROHUILA por la realización de las labores.

LABOR	UBICACIÓN	COSTOS POR UNIDAD
LECTURA DE CONTADORES	URBANO	169,13
	RURAL	1798,87
ENTREGA DE FACTURAS	URBANO	124,9
	RURAL	1328,71
SUSPENSIÓN DEL SERVICIO	URBANO	6593
	RURAL	16983
RECONEXIÓN DEL SERVICIO	URBANO	11078
	RURAL	15491
ACTAS DE VISITA	URBANO	7861
	RURAL	15757
COSTO POR CREACIÓN DE LAS FACTURAS	URBANO	80
	RURAL	80
ACUERDOS DE PAGO	URBANO	7862
	RURAL	15757

Ahora bien realizando los cálculos que para un año se realice la lectura, entrega y costo de creación de las facturas se realice todos los 12 meses;

suponiendo que en el año se realice para cada usuario unas 3 suspensiones del servicio con su respectiva re-conexión, además 2 actas de visita y 2 acuerdos de pago para la empresa los costos por año en total siendo urbano o rural (ver **Tabla 8**).

**Tabla 8.** Costo de ahorro en la implementación por un año.

<b>LABOR</b>	<b>URBANO</b>	<b>RURAL</b>
LECTURA DE CONTADORES (12 MESES)	2029,56	21586,44
ENTREGA DE FACTURAS (12 MESES)	1498,8	15944,52
3 SUSPENSIONES DEL SERVICIO	19779	50949
3 RECONEXIONES DEL SERVICIO	33234	46473
2 ACTAS DE VISITA	15722	31514
COSTO POR CRACIÓN DE LAS FACTURAS (12 MESES)	960	960
2 ACUERDOS DE PAGO	15724	31514
<b>TOTAL</b>	<b>88947,36</b>	<b>198940,96</b>

Por lo consiguiente la aplicación de la prueba piloto o la implementación del proyecto, en lo urbano y en lo rural la empresa tendría un reintegro del capital invertido en los medidores electrónicos con sistema prepago en 2 años para el sector urbano y en 1 año para el sector rural.

## VIII. RESULTADOS Y RECOMENDACIONES.

El objetivo general de analizar y estudiar toda la información sobre sistemas prepagados y aprender sobre lo necesario para su implementación se cumplió a cabalidad pues se indicó de manera completa esta información que solicitó ELECTROHUILA S.A. E.S.P.

Sobre la implementación de la prueba piloto en ELECTROHUILA S.A. E.S.P. no se logró debido a que está sujeta a las decisiones administrativas y el presupuesto de la empresa. Sin embargo la propuesta quedo planteada por si en el futuro decidiese la empresa abordar estos temas implementando este sistema logrando así recuperar grandes pérdidas.

Con respecto a dar la información a operarios e interesados en el tema de ELECTROHUILA en uso de las reuniones que se realizaban cada 15 días en la División Zona Norte con los auxiliares electricistas de los municipios, ingenieros y algunos revisores de la ciudad de Neiva se expusó temas referentes a la manipulación de estos medidores con tecnología prepagada. Por ejemplo los medidores de SERPRE por ser estándar, simplemente su conexión la puede realizar el personal capacitado como un contador normal y si ocurre un daño en el contador un operario no puede realizar el mantenimiento a este, pues son llevados obligatoriamente a laboratorios especializados de la empresa donde los reparan, calibran y reintegran o si el daño es irreparable simplemente los desechan. Con respecto al sistema GARNET de ELSTER se explicó su instalación (Ver **Anexo C**), su configuración (Ver **Anexo B**), lo necesario para cambio de equipos (Ver **Anexo D**) y la identificación y corrección de posibles problemas. (Ver **Anexo E**).

Como recomendación a los estudiantes interesados en el tema de medición prepagada y que orientan su interés a la implementación, les aconsejaría tener muy en cuenta este informe para tener las bases fundamentales y dedicar más tiempo a obtener una respuesta positiva y el presupuesto necesario por parte de la empresa que los apoye y lograr la implementación, pues la toma de decisiones son las que consume gran parte del tiempo de trabajo. Y pues para un grupo de estudiantes como otra alternativa le recomendaría realizar el diseño de un medidor prepagado contando con los conocimientos adquiridos y cierto presupuesto ese proyecto es realizable.

## IX. CONCLUSIONES.

- Para la planeación de la implementación de un sistema prepago la empresa prestadora del servicio público debe tener muy bien establecidos los clientes o sectores donde se proyecta usar este tipo de medidores; para así establecer qué tipo de sistema, qué tipo de medidor, las ubicaciones de los puntos de recaudo y el método de transferencia de la información al medidor; y con esto saber qué le beneficiaría más usar en su implementación.
- Como observamos con SERPRE, Colombia ha progresado poco a poco en su tecnología, en nuestro caso la implementación de sistemas prepago en el país ha sido desarrollado en Medellín; por consiguiente no importa quién sea el primero que implemente la tecnología, sino que si observamos y concluimos que funciona y genera beneficios para las empresas no se demorada la toma de decisiones sobre la implementación, pues para este proyecto eso fue lo que más afectó.
- Para las empresas con proyecto a iniciar la implementación de los sistemas prepagos y que tienen duda sobre la evolución que este genere en su compañía; se recomienda la utilización del sistema prepago con tarjeta óptica como el ofrecido por SERPRE para no invertir gran presupuesto en un nuevo sistema. Este sistema es sencillo, económico y le demostrará a la empresa que sí genera grandes beneficios y por consiguiente la motivará en avanzar más en esta tecnología.
- La medición centralizada es el sistema prepago con mayores beneficios, con gran mejoría en la calidad del servicio y sistemas de redes, aumento de información de gran importancia para las empresas prestadoras del servicio de energía eléctrica y constituye la tecnología de punta que muchos países desarrollados y subdesarrollados están implementado en la industria; Por consiguiente este sistema es la evolución a la cual deben llegar las empresas de energía eléctrica del país.
- Este proyecto ha demostrado un campo en el cual se puede evolucionar siempre cualquier propuesta; las ideas innovadoras que se apliquen a

este sistema hará que generé muchos beneficios a las empresas de energía; por ser un sistema generalmente electrónico es bastante manipulable y los ingenieros electrónicos tienen un espacio para adentrarse en el mercado de estos medidores prepagados.

- Para los clientes colombianos el sistema prepagado ha traído con ello un cambio de cultura y beneficios, pero aun así es muy probable que se aumente las intenciones del fraudes por parte de los usuarios; por estos motivos, es que este sistema debe proporcionar a la empresa prestadora de servicios públicos información inmediata cuando se ha llevado a cabo esta labor ilícita para que se tomen los correctivos necesarios y afecten la evolución de la tecnología en nuestro país.
- La proyección de el sistema prepagado en un futuro es que el cliente que necesita cualquier servicio y a cualquier hora, desde un teléfono móvil o desde un computador pueda realizar la transferencia económica a la empresa prestadora del servicio público y automáticamente cuente con el servicio solicitado; y que la empresa desde cualquier dispositivo pueda monitorear y controlar cualquier tipo de información del usuario consumidor. Estas proyecciones mejorarán la calidad de vida de los usuarios y la imagen de la empresa por su buen desempeño en la distribución del servicio público.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ACOSTA VILLACÍS, V.O. (2005). Proyecto de construcción de un sistema centralizado de medición de energía eléctrica en el Cantón Yaguachi. Guayaquil (Ecuador), (Tesis de Grado). Facultad de Ingeniería en Electricidad y Computación. Escuela Superior Politécnica del Litoral.
- ALBORNOZ, A.; GAITÁN, I. (2010). Aspectos Técnicos y Regulatorios del Prepago Eléctrico. Chile, (Tesis de Grado). Escuela de Ingeniería. Pontificia Universidad Católica de Chile.
- BOLTON, W. (1995). Electrical and Electronic Measurement and Testing (1.ª ed.). Editorial Marcombo. ISBN 84-267-1032-8.
- BRITOS, J.D. (2001). Encriptado Asimétrico Aplicado a la Venta de Energía Eléctrica. Revista Información Tecnológica. Universidad Tecnológica Nacional, Córdoba (Argentina). Vol. 12, Número 1, p. 147:152.
- CARRION OLIVERA, R. (2008). Sistema prepago de venta de energía, medidores electrónicos monofásicos prepago monocuerpo con tarjetas inteligentes y software de administración. Lima (Perú), (Tesis de Grado). Facultad de Ingeniería Eléctrica y Electrónica. Universidad Nacional de Ingeniería.
- CREG, COMISIÓN DE REGULACIÓN DE ENERGÍA Y GAS. (2012). Resolución 46 del 2012. (En línea), Disponible en: <[http://www.avancejuridico.com/actualidad/documentosoficiales/2012/48425/r\\_creg\\_0046\\_2012.html](http://www.avancejuridico.com/actualidad/documentosoficiales/2012/48425/r_creg_0046_2012.html)>, [Consulta 10 de Mayo de 2012].
- ELO ELECTRONIC SYSTEMS. (2012). Medición centralizada. (En línea), Disponible en: <<http://www.elonet.com.br/index.php>>, [Consulta 20 de Abril de 2012].
- ELSTER METERING S.A. (2012). Productos y Soluciones en la medición de servicios públicos. (En línea), Disponible en: <[http://www.elstermetering.com/en/electricity\\_metering\\_south\\_america.html](http://www.elstermetering.com/en/electricity_metering_south_america.html)>, [Consulta 22 de Mayo de 2012].

- ESPAÑA BOQUERA, M. C. (2003). Servicios Avanzados de Telecomunicación. (1.ª ed.). Editorial Díaz de Santos, S. A. ISBN 84-7978-607-8 p.154:180.
- GUZMÁN VILLOTA, C.A.; ORTEGA GALEANO, D.G.; MORA ARROYO, J.E. (2009). Implementación de medidores electrónicos prepago en servicios de primera necesidad para zonas de población vulnerable en San Juan de Pasto. Colombia, (Tesis de Grado).Facultad de Ingeniería. Universidad de Nariño.
- OLVERA ORTEGA, J. (2003). Diseño de un medidor eléctrico digital de prepago. México, D.F. (Tesis de Maestría en Ciencias en Ingeniería de cómputo con Especialidad en Sistemas Digitales). Centro de Investigación en Computación. Instituto Politécnico Nacional.
- SERPRE S.A. (2012). Servicios Públicos Prepago. (En línea), Disponible en: <<http://www.asb.com.co/SERPRE/>>, [Consulta 16 de Febrero de 2012].
- SUAREZ BARCIA, C.E. (2010). Plan de negocio de una empresa de servicios para la instalación de medidores de energía eléctrica prepago en inmuebles renteros de la ciudad de Guayaquil. Ecuador, (Tesis de Magister en Administración de Empresas). Facultad de Ciencias Administrativas. Universidad de Guayaquil.
- SUPERINTENDENCIA DE SERVICIOS PUBLICOS, (2012). Republica de Colombia (En línea), Disponible en: <<http://www.superservicios.gov.co/home/web/guest/inicio>>, [Consulta 10 de Mayo de 2012].

## ANEXOS

### ANEXO A. MANUAL DE USUARIO SOFTWARE AGS.

El software AGS es usado por las empresas distribuidoras del servicio público para llevar el control de los clientes y de los vendedores de los puntos de recarga, además este software es también usado por los vendedores para realizar la recarga de la tarjeta óptica. Ahora expondré los pasos que un vendedor debe seguir para realizar las recargas a las tarjetas ópticas y el uso adecuado del software.

Un vendedor en un punto CAR primero abre el software<sup>15</sup> instalado donde aparecerá una imagen inicial como se muestra en la **Figura 1**; luego procede a dar un clic en el botón “Ingresar al Sistema” y aparecerá los campos establecidos como “código del usuario” y “contraseña” para que se identifique como un vendedor autorizado por la empresa prestadora del servicio público o como un administrador como se puede apreciar en la **Figura 2**.



**Figura 1.** Inicio del software en un punto CAR.

---

<sup>15</sup> Las imágenes del software se tomaron el día de la visita técnica a SERPRE S.A. y contando con su permiso para su uso.



**Figura 2.** Identificación de vendedor en el software de un punto CAR.

Posteriormente y según su categoría si es vendedor pues podrá acceder a los tres servicios que ofrece SERPRE S.A. y realizar la recarga respectiva; en nuestro caso es la energía eléctrica en tal sentido se selecciona el icono señalado como se indica en la **Figura 3**.



**Figura 3.** Selección del servicio público.

Es importante señalar con lo anterior que si las otras empresas prestadoras de servicios públicos como agua y gas decidieran implementar el sistema prepago en la ciudad también; se podría pensar en una disminución del costo en la contratación de los puntos CAR y los dispositivos de lectura y escritura de las tarjetas ópticas, pues con uno solo se puede recargar los tres servicios públicos y por consiguiente a cada empresa le tocaría asumir un tercio del valor. Pero está muy relacionado con la ubicación de los usuarios, esto solo se puede desarrollar en clientes que cuenten con los tres servicios públicos y con el sistema prepago.

Luego de seleccionado el servicio público aparecerá en el software lo expuesto en la **Figura 4**; una vez ubicado en el siguiente paso el vendedor debe insertar la tarjeta óptica en el dispositivo de lectura y escritura de las tarjetas ópticas y dar clic en consultar tarjeta.

Es aquí donde la tarjeta entrega la información o protocolo del usuario al computador del vendedor en el punto CAR. Una vez consultada la tarjeta (ver **Figura 5**), se debe dejar allí hasta finalizada la venta, es decir hasta haber impreso la factura correspondiente a la venta; si llegado el caso que el vendedor o alguien retire la tarjeta en medio del proceso tiene como consecuencia que este se finaliza, no se culmina la venta y debe nuevamente consultar la tarjeta; cabe aclarar que esto no afecta para nada la tarjeta óptica o una venta futura.

**Figura 4.** Consultando tarjeta óptica.



**Figura 5.** Tarjeta óptica consultada.

Estando consultada la tarjeta se da en el botón “Venta por valor” para ingresar a la ventana que se enseña en la **Figura 6**, en esta imagen aparece gran información que puede modificar solamente la empresa prestadora del servicio y de acuerdo a las resoluciones que lo rigen y que varía el precio del kilovatio, como por ejemplo el estrato, altura sobre el nivel del mar, nivel de tensión, si se le va a cobrar una deuda anterior, si tiene cobro por aseo o alumbrado público y si es por medio de un cargo fijo o un porcentaje de la compra, la retribución DES y FES, la compra mínima que puede realizar un usuario, entre otros.

El vendedor del punto de recarga solamente puede modificar es el número de kilovatios totales en el campo de “Información de Venta” y allí ingresa la cantidad solicitada por el usuario y estando de acuerdo el usuario presiona el botón “Vender”. Como el precio del kilovatio no es una cifra exacta se genera el inconveniente para entregar el cambio al usuario porque no se puede con monedas; por tal motivo y para que sea totalmente transparente la venta aparece una ventana emergente (ver **Figura 7**), para que el usuario decida si el cambio que no se le puede devolver quede para una próxima venta y no haya ningún tipo de inconveniente.

ENERGIA Pre

Número de cuenta: 2614 Fecha: 07/05/2007 14:49:46

Compra mínima: 0 Saldo a favor: 0 Valor de la compra: \$2907,209

Carga fija alumbrado: 0 Carga fija de alumbrado acumulado: 0

**INFORMACIÓN DEL EQUIPO DE ENERGIA**

Mercado: M1002 VALLE Comercializador: C1002 ENERTOTAL S.A. E.S.P.

Identificación del equipo: E000101 Saldo de la deuda (\$): 0

Estrato: 2 Porcentaje para la deuda: 10 %

Altura S.N.M: 995 Parte para la deuda (\$): 0

Nivel de tensión: 1 Valor del kWh subsidiado para este equipo (\$): 153,011

**INFORMACIÓN ACTUAL**

Lectura actual de kWh en el mes: 0

Des y Fns (\$): 0

Valor actual de kWh (\$): 284,9076

Porcentaje para alumbrado público: 0 % \$: 0

Sumatoria mensual de kWh: 0

Sumatoria histórica de kWh: 0

**INFORMACIÓN DE LA VENTA**

Número de kWh totales: 19

(-) kWh vendidos de emergencia: 0

Número de kWh subsidiados: 19

Número de kWh no subsidiados: 0

Contribución (\$): 0

Subsidios (\$): 2507,555

Vender

Figura 6. Registrando la venta.

ENERGIA Pre

Número de cuenta: 2614 Fecha: 07/05/2007 14:49:46

Compra mínima: 0 Saldo a favor: 0 Valor de la compra: \$2907,209

Carga fija alumbrado: 0 Carga fija de alumbrado acumulado: 0

**INF VENTA DE ENERGIA**

Valor inicial: \$3000; Valor de la compra: \$2907,209; Devuelto: \$92,79102. Desea que la devuelta se haga efectiva en la próxima carga?

Identificación del equipo: E000101 Saldo de la deuda (\$): 0

Estrato: 2 Porcentaje para la deuda: 10 %

Altura S.N.M: 995 Parte para la deuda (\$): 0

Nivel de tensión: 1 Valor del kWh subsidiado para este equipo (\$): 153,011

**INFORMACIÓN ACTUAL**

Lectura actual de kWh en el mes: 0

Des y Fns (\$): 0

Valor actual de kWh (\$): 284,9076

Porcentaje para alumbrado público: 0 % \$: 0

Sumatoria mensual de kWh: 0

Sumatoria histórica de kWh: 0

**INFORMACIÓN DE LA VENTA**

Número de kWh totales: 19

(-) kWh vendidos de emergencia: 0

Número de kWh subsidiados: 19

Número de kWh no subsidiados: 0

Contribución (\$): 0

Subsidios (\$): 2507,555

Vender

Figura 7. Dejando el cambio para una próxima venta.

Finalmente se realiza la venta cuando aparece al lado derecho la factura de venta como se muestra en la **Figura 8**, y el vendedor procede a imprimir la factura desde cualquier impresora y que se le entrega al usuario con su tarjeta óptica (ver **Figura 9**).

**ENERGIJA PRE - Principal - [ENERGIJA PRE - Venta de Energía]**

Archivo Consultas Acciones Ventana

**ENERGIJA Pre**

Número de cuenta: 2614 Fecha: 07/05/2007 14:49:46

Compra mínima: 0 Saldo a favor: 0 Valor de la compra: \$ 2907,209

Carga fija alumbrado: 0 Carga fija de alumbrado acumulado: 0 Continuar

**INFORMACIÓN DEL EQUIPO DE ENERGIA**

Mercado: M1002 VALLE Comercializador: C1002 ENERTOTAL S.A. E.S.P.

Identificación del equipo: E000101 Saldo de la deuda (\$): 0

Estrato: 2 Porcentaje para la deuda: 10 %

Altura S.N.M: 995 Parte para la deuda (\$): 0

Nivel de tensión: 1 Valor del kWh subsidiado para este equipo (\$): 153,011

**INFORMACIÓN ACTUAL**

Lectura actual de kWh en el mes: 0

Des y Fes (\$): 0

Valor actual de kWh (\$): 284,9876

Porcentaje para alumbrado público: 0 % \$ 0

Sumatoria mensual de kWh: 0

Sumatoria histórica de kWh: 0

**INFORMACIÓN DE LA VENTA**

Número de kWh totales: 19

(-) kWh vendidos de emergencia: 0

Número de kWh subsidiados: 19

Número de kWh no subsidiados: 0

Contribución (\$): 0

Subsidios (\$): 2507,555

Vender

**ENERGIJA PRE - Venta**

Fecha: 07/05/2007 14:49:46

**VENTA EXITOSA**

Id. Equipo: E000101

Valor de la compra: \$ 2907,209

Devolución: \$ 0

Saldo a favor: \$ 32,73162

Saldo deuda: \$ 0

Abono deuda: \$ 0

Valor del kWh: \$ 284,9876

kWh vendidos: 19

kWh emergencia: 0

kWh subsidiados: 19

kWh no subsidiados: 0

Vendedor: mguel

No. verificación: 45

Este extracto solo es válido como factura para reclamación. RES. CREO-096/2004 Art. 6 Parágrafo

Imprimir Cerrar

**Figura 8.** Venta Finalizada.

Fecha: 2011-09-19 10:38:25

**VENTA EXITOSA**

Cuenta Usuario: 1356897

Propietario: MONICA LOPEZ MEJIA

Valor de la compra: \$ 16.201,11

Devolución: \$ 0,00

Saldo a favor anterior: \$ 132,43

Saldo deuda: \$ 0

Abono deuda: \$ 0,00

Valor del kWh (CU): \$ 301,96

Valor kWh(Subsidiado): \$ 175

kWh vendidos: 43

kWh emergencia: (0)

kWh subsidiados: 43

kWh no subsidiados: 0

C.F. Alumbrado: \$3.778,00

Cargos acumulados: \$0,00

Cargo X Asso: \$4.898,00

Vendedor: aospina

No. Verificación: 97

Próxima Fecha de corte: Ago-20-2007

Extracto válido como factura solo para reclamación.

RES. CREO-096/2004 Art. 6 Parágrafo

**Figura 9.** Factura de la venta.

## **ANEXO B. MANUAL DE CONFIGURACIÓN DEL CONJUNTO GARNET.**

La configuración del conjunto implica, a partir de la instalación, determinar cual conjunto será el maestro de la red (Concentrador) a través de la inclusión en este de la UCR. Los demás conjuntos de la misma red serán necesariamente esclavos (repetidores), y recibirán comandos enviados desde la empresa prestadora del servicio de energía eléctrica sólo por medio del maestro.

El número "ID" de la radio de la UCL también debe ser configurado, dando siempre 0 (cero) al Conjunto Concentrador. Las radios instaladas en los Conjuntos Repetidores deben ser configuradas con "ID" de 01 a 1023.

Para cada nuevo Repetidor instalado, es necesario incluir esto en el conjunto, mediante el registro del maestro; esto es realizado de forma remota desde la central de operaciones de la empresa prestadora del servicio de energía eléctrica. El registro de los repetidores de la red permite que la empresa tenga acceso a la información y dispare comandos a él a través del Concentrador.

Para cada unidad de consumo, es necesario instalar y registrar una pantalla remota, que proporcionará al consumidor final las informaciones relacionadas con su medidor.

### CONFIGURACIÓN DE LA UCL

la empresa prestadora del servicio tendrá acceso desde su sede, a los principales parámetros de consulta y configuración de la Unidad de Comunicación Local. Además de la posibilidad de solicitar lecturas de los registros de consumo y hacer los cortes y re conexiones, podrá realizar las siguientes configuraciones:

- ✓ Configurar horarios;
- ✓ Registro de esclavos de la red;
- ✓ Establecer el tipo de instalación de los consumidores, en el caso del modelo Garnet AGF;
- ✓ Establecer modo anti-intrusión.

Parámetros de la Radio: Para integrar el Conjunto Garnet a una red específica, hay que configurarlo, a través colector remoto; el " ID" de la radio de la UCL (Concentrador o Repetidor) y la "NET" (Red) en el que este va a operar.

Presentó a continuación los parámetros de configuración de la radio.

- ✓ RED / NET-Identifica la red a la que pertenece esta radio. Asume valores 0 a 1023. La comunicación entre las dos radios sólo se produce dentro de una misma red, lo que permite que múltiples redes de radio puedan existir simultáneamente sin que los datos de una red interfieran en los datos de otra.
- ✓ ID - identificación de la radio en la red. Asume valores de 0 a 1023. La radio con ID 0 (cero) es el maestro (Concentrador) y los demás los esclavos (Repetidores). Para enviar un paquete de datos en el modo MODBUS, es necesario informar como el primer byte del paquete, cual es el ID de radio de destino de aquellos datos. Sólo el Concentrador puede lanzar paquetes en la red.

### CONFIGURACIÓN DE LA PANTALLA

Para que la pantalla muestre para el consumidor final, la información relativa a su respectivo medidor, instalado en el conjunto Garnet, se debe registrar.

Este registro debe hacerse a través de los siguientes pasos:

- 1) Instalación de la pantalla en la unidad de consumo;
- 2) Tener en cuenta el número de "ID" que aparece en la pantalla;
- 3) Comprobar el nivel de señal entre la radio y la pantalla. Mediante el colector remoto, enviar comando a la radio ubicada en el Conjunto Garnet, indicando el "ID" de la pantalla. El nivel de señal mostrado en la pantalla debe ser menor que 90 (el primer campo en la pantalla), con el desvío de frecuencia inferior a 15 (segundo campo en la pantalla).
- 4) A través del software de gestión del concesionario, envíe el comando de red, con el "ID" de la pantalla y el número de serie del medidor que en este será registrado. Este comando se enviará a la UCL correspondiente al Conjunto Garnet en el que el medidor está localizado y esta la pasará al mostrador o pantalla.

- 5) Después del que el mostrador reciba el mando de configuración del medidor, pasará a exhibir en la pantalla el número de serie del medidor registrado, confirmando la operación. Esta información será mantenida en la pantalla hasta el recibimiento del primer paquete de datos enviado por la UCL.

Nota: El mostrador, tras el registro a un determinado medidor, sólo permitirá nuevo registro, o sea, vínculo a un otro medidor, si fuera dado de baja por la misma CPU que efectuó su registro. Resumidamente podemos decir que, solamente la CPU que efectuó el registro del mostrador o pantalla es capaz de realizar su baja, dejándolo en condiciones de ser vinculado a un nuevo medidor.

### CONFIGURACIÓN DE LA UNIDAD DE COMUNICACIÓN REMOTA - UCR

La remota instalada en el Conjunto Concentrador de la red Garnet, permite al concesionario rastrear, monitorear, gestionar y controlar, virtualmente el conjunto de medición, por intermedio de una red de telefonía celular.

Para acceder el Conjunto de Medición de Energía a través de la Remota, es necesario que sean configurados los siguientes parámetros:

- ✓ Operadora de Telefonía Celular: Debe ser configurada la Operadora de Telefonía Celular a ser utilizada por el concesionario en la comunicación. Esta debe operar en tecnología GSM;
- ✓ IP del Servidor: Debe ser configurado el IP del servidor de la empresa prestadora del servicio, para que sea establecido un Link de comunicación con la Remota;
- ✓ Puerto de Conexión: Configurar el número del puerto socket por el cual será establecida la conexión Empresa / Pantalla Remota;
- ✓ Contexto: Debe ser configurado el Contexto, o sea, el punto de acceso GPRS de la Operadora de Telefonía Celular.  
P.ej. APN = claro.com.co, claro, claro

Básicamente esas son las configuraciones necesarias para poner en funcionamiento el sistema GARNET en una empresa prestadora del servicio de energía eléctrica; sin embargo ELSTER siempre tendrá a su disposición ingenieros con experiencia en el tema para resolver cualquier inquietud.

## ANEXO C. MANUAL DE INSTALACIÓN DEL CONJUNTO GARNET.

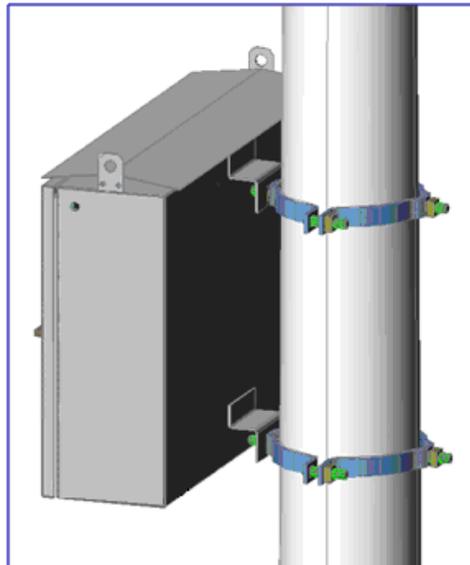
Para la correcta instalación<sup>16</sup> del Garnet. Las siguientes etapas deben ser seguidas:

- ✓ Instalación del Garnet en el poste
- ✓ Aterramiento del conjunto del Conjunto;
- ✓ Instalación del KIT GRPS en el Conjunto Garnet Concentrador (a ser definido conforme mejor posición en la malla);
- ✓ Alimentación del Conjunto;
- ✓ Verificación de comunicación de los equipamientos;
- ✓ Instalación del Mostrador Remoto.

### INSTALACIÓN DEL GARNET

La instalación del Garnet (ver **Figura 1**), será hecha de acuerdo con la estructura del poste que lo sostendrá para un poste de concreto que es el más común lo recomendado es usar una cinta circular o cuadrado.

Para la adjunción del soporte del Garnet en el poste, deben ser utilizados los tornillos de sustentación con sus respectivas cerdas.



**Figura 1.** Instalación del GARNET.

---

<sup>16</sup> La instalación debe ser llevada a cabo por personal certificado y capacitado en trabajos de tensión y en alturas; él sabrá cómo proteger el circuito para que no ocurra ningún inconveniente.

Algunas observaciones:

- 1) La elevación del Garnet para la instalación en el poste debe ser hecha por las alzas de levantamiento no debiendo utilizarse otros puntos que, si usados, pueden acarrear daños al conjunto;
- 2) Indiferente del tipo de soporte a ser utilizado en la adjunción del Garnet la distancia entre el último conductor de la red y la cinta o tornillo superior, debe ser de como mínimo 20 centímetros;
- 3) Para la instalación del Garnet en poste con alumbrado público, la misma distancia debe ser respetada, tanto para la adjunción arriba o abajo del soporte de la iluminaria.

### ATERRAMIENTO DEL CONJUNTO

El Conjunto Garnet deberá ser efectivo y permanentemente aterrizado<sup>17</sup>, para que pueda garantizar la potencialidad de la estructura del conjunto. Para esto existe un conector en la parte inferior del gabinete (ver **Figura 2**), de donde parte el cabo de aterramiento del conjunto.



**Figura 2.** Aterramiento del GARNET.

Para la instalación de la alimentación del GARNET, el siguiente procedimiento debe ser seguido:

- 1) Asegurarse que la tensión nominal del modelo Garnet a ser instalado está de acuerdo con la tensión nominal de la red de distribución de energía;

---

<sup>17</sup> Para el aterramiento del GARNET debe tenerse en cuenta las normas técnicas eléctricas de cada país pues se puede realizar de diferentes maneras pero siempre cumplir con los requerimientos.

- 2) Obedecer la secuencia de instalación de los conductores en el bloque de entrada, partiendo de la izquierda para la derecha, del conductor neutro, a la fase C;
- 3) Transponer los conductores de alimentación a través de los cables de entrada;
- 4) Fijar los conductores en el bloque de entrada a través de dos tornillos con la utilización de una llave 5,0 mm;
- 5) Apretar los tornillos.

### INSTALACIÓN DE LA LÍNEA DE CONEXIÓN

Para la instalación de la línea de conexión, sea él monofásico o polifásico se debe seguir los siguientes pasos:

- 1) Observar en el bloque de terminales de salida la identificación referente a la posiciones de los medidores de acuerdo con el modelo utilizado;
- 2) Transponer los conductores de alimentación de las unidades consumidoras, a través de los pasa cabos de salida;
- 3) Fijar los conductores en el bloque de salida a través de dos tornillos, con la utilización de una llave Philips PH2 o tornillo simple de hasta 1/4”;
- 4) Aplicar un torque de aprieto en los tornillos;
- 5) Después de instalación de la línea los conductores deben estar debidamente posicionados en el bloque de salida (ver **Figura 3**).



**Figura 3.** La forma correcta de instalación de la línea al punto de salida.

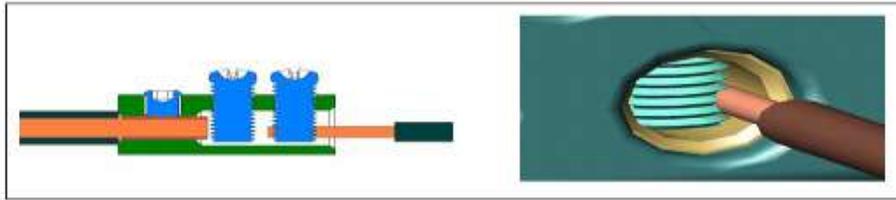
Errores que deben ser evitados en la instalación:

- Adjunción del tornillo sobre el aislamiento del conductor de salida (ver **Figura 4**);



**Figura 4.** Tornillo sobre el aislamiento del conductor

- Apretando los tornillos (ver **Figura 5**);



**Figura 5.** La acomodación inadecuada del conductor

- Apretar sólo 1 (uno) de los 2 (dos) tornillos de instalación del conductor (ver **Figura 6**);



**Figura 6.** Tornillo que no está bien apretado.

### INSTALACIÓN DE LA UNIDAD DE COMUNICACIÓN REMOTA – UCR

La arquitectura del Garnet posibilita la instalación de la UCR en cualquier de sus conjuntos. Su aumento caracterizará el conjunto como concentrador de la red. La definición del local de su instalación quedará a criterio de la empresa si quiere la instalación del modem GPS para ello el siguiente procedimiento debe ser seguido:

- 1) Definir el Garnet en que será instalado la
- 2) Fijar el modem GPRS en espacio correspondiente del gabinete, con la ayuda de un cierre movable. Conectar los cables de comunicación y alimentación del modem

Para la instalación de la antena GPRS el siguiente procedimiento debe ser seguido:

- 1) Remover los cuatro tornillos de instalación de la protección superior del Garnet;
- 2) Remover el pasa cable para el pasaje de la antena
- 3) Pasar el conector de la antena por el agujero destinado en la parte superior del Garnet

- 4) Fijar la antena en el parte superior del Garnet
- 5) Mover lo necesario el pasa cable de goma en el agujereo de pasada de la antena y reconectar la protección superior del Garnet
- 6) Conectar la antena al modem GPRS

### INSTALACIÓN DE MEDIDORES EN CAMPO

El Garnet permite la instalación o reemplazo de medidores en conjuntos ya en operación, sin la necesidad de desconectar del mismo. Abajo presento el procedimiento para la instalación de los medidores monofásico modelos A100C y A102C:

- 1) Asegurarse que la tensión nominal del medidor a ser instalado esta desacuero con la tensión del conjunto en operación;
- 2) Remover la tapa del bloque de terminales del medidor y aflojar sus tornillos en el funcionamiento de los terminales de corriente y salida de señal;
- 3) Posición sobre la tapa de protección de los pines de corriente y presionar las dos trabas del soporte de para que la misma se deslice, permitiendo el acceso a las terminales;
- 4) Mantener el medidor presionado y apretar los tornillos de los terminales y los de salida de señal;
- 5) Después de colocar nuevamente la tapa del bloque de terminales en el medidor donde la instalación del sello queda a criterio de la empresa distribuidora.

## ANEXO D. MANUAL PARA LA SUBSTITUCIÓN DE EQUIPOS DEL CONJUNTO GARNET.

### SUBSTITUCIÓN DE REMANENCIA DEL RELÉ

En todas las versiones del Garnet el relé de remanencia es fijado abajo del medidor de energía, que tras retirado de su base, desactiva los contactos del relé lo que posibilita su cambio de forma segura. Para la sustitución del relé de remanencia en conjuntos con los medidores monofásicos el siguiente procedimiento debe ser seguido:

- 1) Retirar manualmente la tapa del bloque de terminales del medidor de energía;
- 2) Afloje los tornillos de conexión del medidor, con la ayuda de una llave y un destornillador para los tornillos de línea - carga y los tornillos de las terminales de señal;
- 3) Retirar el medidor de energía de su base de implantación para obtener acceso al relé de remanencia observando si la tapa de protección de las clavijas retornó la posición de seguridad (ver **Figura 1**);



**Figura 1.** Retirar el medidor de la base de conexión.

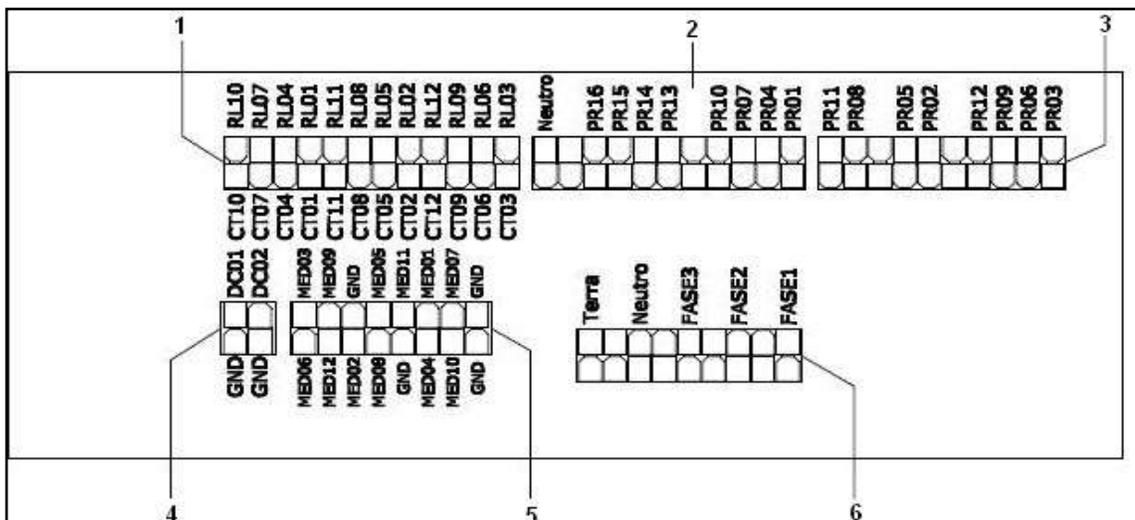
- 4) Quite los tornillos en el relé con la ayuda de una llave.
- 5) Desplazar el Relé sobre sus terminales para que manualmente pueda desconectar el cable de la parte posterior del relé;
- 6) Fijar el nuevo relé en el conector de mando, observando la secuencia de colores de los cables donde el conductor color gris debe ser el primero a contar del lado izquierdo hacia el frente;

- 7) Transponer el látigo del conector de mando del relé, a través del rasgo existente en el fondo de la base de retención, para que posibilite lo encaje del relé;
- 8) Posición de los terminales del Relé y fijarlo nuevamente con los dos tornillos de conexión;
- 9) Vuelva a instalar el medidor de energía, conforme procedimiento anteriormente descrito.

### CAMBIO DE LA UNIDAD LOCAL DE LA COMUNICACIÓN

Para reemplazar la comunicación de la CPU Local, los siguientes procedimientos deben ser seguidos.

- 1) Retire el tornillo que sujeta la CPU en el panel, con la ayuda de una llave;
- 2) Mover el CPU de su base de fijación a tiempo de permitir la desconexión de los cables
- 3) Con un destornillador, quitar el soporte del montaje e instalarlas en la nueva CPU;
- 4) Volver a conectar el cableado de la nueva CPU, como el diagrama de conexión (ver **Figura 2 y Tabla 1**), y fijarla sobre el panel.



**Figura 2.** Diagrama de conexión de la parte posterior de la CPU

Ítem	Descripción
1	Conector de accionamiento dos relés
2	Conector de sensores de fase
3	Conector de sensores de fase
4	Conector de sensores CC
5	Conector de lectura de medidores
6	Conector de alimentación de la fuente

**Tabla 1.** Tabla de conexión de la parte posterior de la CPU

Para la sustitución del radio de comunicación de la UCL, el siguiente procedimiento debe ser seguido:

- 1) Desconecte el conector de alimentación del radio en la extremidad de la CPU
- 2) Remueva el radio de la superficie donde está fijado a través de un cierre removible “Dual Lock”
- 3) Fijar el nuevo radio y conectar su cabo de alimentación / comunicación en la CPU.

#### SUBSTITUICIÓN DE LA UNIDAD DE COMUNICACIÓN REMOTA

Para la sustitución del modem GRPS de la Unidad de Comunicación Remota, el siguiente procedimiento debe ser seguido:

- 1) Remover la protección superior del Garnet (cuatro tornillos);
- 2) Desconectar la antena del modem. Remover la antena de la superficie del Garnet pasando su cabo a través del agujero en la parte superior;
- 3) Instalar la nueva antena, conforme procedimiento descrito anteriormente.

Nota: Para toda y cualquier mantenimiento en el Sistema de Medición de Energía –Garnet recomendamos la utilización de dispositivos de seguridad por los operadores de red, pues se trata de equipamiento energizado o próximo a la red energizada y en altura lo cual es un riesgo inminente.

## ANEXO E. IDENTIFICACIÓN Y CORRECCIÓN DE PROBLEMAS EN EL CONJUNTO GARNET.

A continuación hago una relación de los posibles fallos que pueden ocurrir en la red y las posibles soluciones para que estas sean corregidas según la experiencia del ingeniero representante de ELSTER Mediciones S.A.

Anormalidades	Diagnostico	Posible Solución
Unidad Consumidora de Energía	La red de distribución de baja tensión esta sin energía;	Comunicar a los servicios de energía
	Problemas internos en la instalación del consumidor;	Comunicar al consumidor del inmueble.
	Consumidor está cortado por falta de pagos;	A través del software de gestión del sistema, verificar si el consumidor está con status debilitado;
Concentrador sin comunicación con el Repetidor	Repetidor no registrado al concentrador;	Realizar el registro del concentrador
	UCL sin alimentación;	Averiguar la conexión de los cables de alimentación de la CPU;
	Radio de comunicación está desconectado;	Conectar lo radio a la puerta serial correspondiente en la CPU;
Concentrador sin comunicación por intermedio del software	El sistema GPRS no está en funcionamiento;	Comunicar a la operadora de servicios;
	Antena GPRS no está bien conectada;	Comunicar a la operadora de servicios;
	Modem GPRS está sin alimentación;	Averiguar la conexión de cables de alimentación del modem;
Mostrador remoto sin energía	La red de distribución de baja tensión esta sin energía;	Comunicar a los servicios de la empresa de energía
	Cable de alimentación del mostrador remoto está dañado	Comunicar a los servicios de energía para que puedan hacer el reemplazo del mostrador;
Relé de corte/religie no responde a mando remoto	Cable de alimentación del relé no está bien conectado;	Averiguar la conexión de cables de alimentación de cables de la parte posterior del relé y/o en la CPU del modem;
	Cable de conexión del relé está con la conexión invertida;	Remueva la conexión en el relé y rehaga de manera correcta;

**Tabla 1.** Posibles fallas y sus posibles soluciones.