



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

## **FACULTAD DE INGENIERÍA**

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA

DISEÑO DE UN SISTEMA DE MEDICIÓN REMOTO DE ENERGÍA  
ELÉCTRICA, TARIFA BT5, PARA REDUCIR COSTOS OPERATIVOS  
EN HERZAB S.A.C-PIURA 2018

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE  
INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA**

AUTOR:

CIPRIANO REYES FERMIN

ASESOR:

ING. ROJAS CORONEL ÁNGEL MARCELO

LINEA DE INVESTIGACION:

MODELAMIENTO Y SIMULACIÓN DE SISTEMAS ELECTROMECHANICOS

CHICLAYO – PERÚ

**2018**

# ACTA DE SUSTENTACION

## ACTA DE SUSTENTACION

En la ciudad de Chiclayo, siendo las 12:00 horas del día 19 de diciembre de 2018, de acuerdo a los dispuesto por la resolución de dirección de investigación N° 3050-2018-UCV-CH -2018-UCV-CH, de fecha 10 de diciembre de 2018, se procedió a dar inicio al acto protocolar de sustentación de la tesis titulada: **DISEÑO DE UN SISTEMA DE MEDICIÓN REMOTO DE ENERGÍA ELÉCTRICA, TARIFA BT5, PARA REDUCIR COSTOS OPERATIVOS EN HERZAB S.A.C-PIURA 2018** presentado por el(la) (los) bachiller REYES FERMÍN CIPRIANO, con la finalidad de obtener el título de Ingeniero mecánico Electricista, ante el jurado evaluador conformado por los profesionales siguientes:

Presidente : Ing. Dávila Hurtado Fredy  
Secretario : Ing. Celada Padilla James Skinner  
Vocal : Ing. Rojas Coronel Ángel Marcelo

Concluida la sustentación y absueltas las preguntas efectuadas por los miembros del jurado se resuelve:

APROBAR POR MAYORIA

Siendo las 12:48 del mismo día, se dio por concluido el acto de sustentación, procediendo a la firma de los miembros del jurado evaluador en señal de conformidad.

Chiclayo, 19 de diciembre de 2018



Ing. Dávila Hurtado Fredy  
Presidente



Ing. Celada Padilla James Skinner  
Secretario



Ing. Rojas Coronel Ángel Marcelo  
Vocal

## **DEDICATORIA**

A mis queridos padres; Claudio Reyes Pérez y Paula Fermin Calle por el apoyo incondicional.

A mí esposa Kelly por ayudarme en todo momento y a mi hijo Yeiser Jean Paul por llenarme de alegría y felicidad en todos los momentos compartidos dentro de mi hogar.

## **AGRADECIMIENTO**

Doy gracias a Dios por haberme ayudado hacer las cosas bien a lo largo de toda mi carrera, y a mis queridos padres Claudio y Paula y a mis hermanos por guiarme en el trayecto de mí carrera profesional.

## DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD

Yo Reyes Fermin Cipriano con DNI N°4544194, a efecto de cumplir con las disposiciones vigentes consideradas en el Reglamento de Grados y Títulos de la universidad César Vallejo, Facultad de Ingeniería, Escuela de Mecánica Eléctrica, declaro bajo juramento que toda la documentación que acompaño es veraz y autentica.

Así mismo, declaro también bajo juramento que todos los datos e información que se presenta en la presente tesis son auténticos y veraces.

En tal sentido asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas de la universidad Cesar Vallejo.

Chiclayo agosto del 2018



---

Cipriano Reyes Fermin

## **PRESENTACIÓN**

Señores miembros del jurado

En cumplimiento del Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo presento ante ustedes la tesis titulada “DISEÑO DE UN SISTEMA DE MEDICIÓN REMOTO DE ENERGÍA ELÉCTRICA, TARIFA BT5, PARA REDUCIR COSTOS OPERATIVOS EN HERZAB S.A.C-PIURA 2018”, la misma que someto a vuestra consideración y espero que cumpla con los requisitos de aprobación para obtener el título Profesional de ingeniero mecánico electricista.

Cipriano Reyes Fermin

## **GENERALIDADES**

### **Título**

DISEÑO DE UN SISTEMA DE MEDICIÓN REMOTO DE ENERGÍA ELÉCTRICA,  
TARIFA BT5, PARA REDUCIR COSTOS OPERATIVOS EN HERZAB S.A.C-  
PIURA 2018

### **Autor.**

CIPRIANO REYES FERMIN

### **Asesor.**

ING.ANGEL MARCELO ROJAS CORONEL

### **Tipo de investigación**

- Diseño de investigación: Cuasi Experimental

### **Línea de investigación**

MODELAMIENTO Y SIMULACIÓN DE SISTEMAS ELECTROMECHANICOS

### **Localidad:**

CHICLAYO-PERÚ

### **Ubicación de la empresa:**

EL AYLLU 156-LA VICTORIA CHICLAYO

### **Duración de la investigación**

Fecha de inicio : Julio del 2017

Fecha de culminación : Agosto del 2018

## INDICE

ACTA DE SUSTENTACION .....	II
DEDICATORIA .....	III
AGRADECIMIENTO .....	IV
DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD .....	V
PRESENTACIÓN .....	VI
GENERALIDADES .....	VII
INDICE .....	VIII
<b>RESUMEN.....</b>	<b>XIII</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>XIV</b>
<b>I. INTRODUCCION .....</b>	<b>15</b>
<b>1.1 Realidad Problemática.....</b>	<b>15</b>
<b>1.2 Trabajos Previos .....</b>	<b>18</b>
<b>1.3 Teorías relacionadas al Tema. ....</b>	<b>21</b>
<b>1.3.1 Sistema de medición remoto de energía .....</b>	<b>21</b>
<b>1.4 Formulación del Problema .....</b>	<b>24</b>
<b>1.5 Justificación del Estudio.....</b>	<b>24</b>
<b>1.5.1 Justificación Técnica .....</b>	<b>24</b>
<b>1.5.2 Justificación Económica .....</b>	<b>24</b>
<b>1.5.3 Justificación Social.....</b>	<b>24</b>
<b>1.5.4 Justificación Ambiental. ....</b>	<b>24</b>
<b>1.6 Hipótesis.....</b>	<b>24</b>
<b>1.7 Objetivos .....</b>	<b>25</b>
<b>1.7.1 General.....</b>	<b>25</b>
<b>1.7.2 Específicos .....</b>	<b>25</b>
<b>II. MÉTODO .....</b>	<b>25</b>
<b>2.1. Diseño de Investigación.....</b>	<b>25</b>
No experimental .....	25
<b>2.1.1. Variable independiente. ....</b>	<b>25</b>
<b>2.1.2. Variable dependiente.....</b>	<b>25</b>
<b>2.2. Población y muestra.....</b>	<b>27</b>
<b>2.2.1. Para el diseño del sistema de medición.....</b>	<b>27</b>
<b>2.2.2. Para reducir costos operativos .....</b>	<b>27</b>
<b>2.3. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad</b>	<b>27</b>

2.3.1. Técnicas .....	27
2.3.2. Instrumentos .....	27
2.3.3. Validez y confiabilidad: .....	28
2.4. Métodos de Análisis de datos.....	28
2.5. Aspectos éticos .....	28
<b>III. RESULTADOS .....</b>	<b>28</b>
3.1. Diagnosticar la situación actual en cuanto al registro de toma de datos de la medición de los consumos de energía eléctrica.....	28
3.1.1. Registros de Número de Clientes y Consumos de energía del centro poblado Somate Bajo .....	29
3.1.2. Número de Operarios para toma de registros .....	33
3.2. Describir el esquema general para el sistema de medición remoto para los medidores electromecánicos de energía eléctrica de la zona de aplicación de la propuesta.....	35
3.2.1. Instalaciones de medición. ....	35
3.2.2. Medios de comunicación .....	36
3.2.3. Centros de control.....	36
3.3. Seleccionar los diferentes dispositivos del sistema de medición inalámbrica, configurado para obtener lectura de parámetros en tiempo real .....	36
1. MEDIDOR.....	36
1.1. Fuente de voltaje de CD .....	37
1.2. Sensor óptico.....	38
1.3. Interfase de acoplamiento a la línea de energía eléctrica .....	39
1.4. Etapa de transmisión .....	40
1.5. Etapa de recepción.....	40
1.6. Microcontrolador .....	41
1.7. Instalación de la tarjeta electrónica del medidor .....	42
1. CONCENTRADOR DE DATOS DE MEDICIÓN.....	43
2.1. Modulo electrónico principal.....	43
2.2. Etapa de transmisión y recepción.....	44
2.3. Interfase de línea de energía.....	44
2.4. Fuente de alimentación y respaldo de energía .....	44
3. ENLACE DE RADIOCOMUNICACIÓN DE DATOS .....	44
4. ESTACION CENTRAL .....	44
4.1. Evaluar la disminución de los costos operativos al implementar el sistema de medición .....	45

4.1.1. Inversión Inicial del Proyecto .....	45
4.1.2. Ingresos de la aplicación del Proyecto .....	45
4.1.3. Determinación con indicadores económicos.....	46
4.1.4. Tasa Interna de Retorno .....	47
4.1.5. Relación Beneficio Costo .....	48
IV. DISCUSIÓN.....	49
V. CONCLUSION.....	50
VI. RECOMENDACIONES.....	51
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS .....	52
ANEXOS .....	54
ANEXO 01.....	54
FICHA DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS	54
<b>ANEXO 02.....</b>	<b>58</b>
<b>GUIA DE OBSERVACION-01 .....</b>	<b>58</b>
ANEXO 03.....	60
TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL.....	60
AUTORIZACION DE PUBLICACION DE TESIS .....	70
PORCENTAJE DE SIMILITUD DE TURNITIN.....	71
ACTA DE ORIGINALIDAD DE TESIS.....	72

## INDICE DE FIGURAS

FIGURA 1 EMPRESAS DISTRIBUIDORAS DE ENERGÍA EN EL PERÚ, 2016 .....	17
FIGURA 2 OPERACIÓN ÓPTIMA PARA GESTIÓN DE LA ENERGÍA RESIDENCIAL.	21
FIGURA 3 INFRAESTRUCTURA AMI – GUAYAQUIL - ECUADOR .....	22
FIGURA 4 ARQUITECTURA DE RED EN SISTEMAS AMI .....	23
FIGURA 5 TENDENCIA DE LOS COSTOS CON LA PRODUCCIÓN EN LAS EMPRESAS.....	23
FIGURA 6 NÚMERO DE SECTORES EN FUNCIÓN A LA CANTIDAD DE CLIENTES	30
FIGURA 7 CONSUMO DE ENERGÍA TOTAL EN KW-H .....	31
FIGURA 8 N° TOTAL DE CLIENTES POR SECTORES.....	32
FIGURA 9 ESQUEMA GENERAL DEL SISTEMA DE MEDICIÓN REMOTA.....	35
FIGURA 10 DIAGRAMA DE BLOQUES DE LA TARJETA ELECTRÓNICA DEL MEDIDOR.....	37
FIGURA 11 DIAGRAMA DE LA FUENTE DE ALIMENTACIÓN.....	38
FIGURA 12 DIAGRAMA ELECTRÓNICO DEL SENSOR ÓPTICO.....	38
FIGURA 13 CONSTRUCCIÓN INTERNA Y CARACTERÍSTICAS DEL TRANSFORMADOR T1002N .....	39
FIGURA 14 DIAGRAMA DE LA INTERFASE DE ACOPLAMIENTO A LA LÍNEA DE ENERGÍA ELÉCTRICA.....	40
FIGURA 15 DIAGRAMA DEL CIRCUITO DE LA ETAPA DE TRANSMISIÓN.....	40
FIGURA 16 RESPUESTA DEL CIRCUITO LM567 .....	41
FIGURA 17 DIAGRAMA DE FLUJO DE RUTINAS DE PROGRAMACIÓN DEL MEDIDOR.....	40
FIGURA 18 INSTALACIÓN DE TARJETA ELECTRÓNICA EN MEDIDOR ELECTROMECAÁNICO.....	42
FIGURA 19 DIAGRAMA A BLOQUES DEL CONCENTRADOR DE DATOS DE MEDICIÓN.....	43

## INDICE DE TABLAS

TABLA 1 CONSUMO DE ENERGÍA POR SECTORES DEL CENTRO POBLADO SOMATE BAJO– SULLANA, ABRIL 2017 – ABRIL 2018 .....	29
TABLA 2 NÚMERO DE SECTORES.....	30
TABLA 3 CONSUMO DE ENERGÍA TOTAL EN KW-H .....	31
TABLA 4 N° TOTAL DE CLIENTES POR SECTORES.....	32
TABLA 5 CONSUMO PROMEDIO DE ENERGÍA POR USUARIO POR MES (KW-H) .....	33
TABLA 6 NÚMERO DE OPERARIOS Y NÚMERO DE DÍAS PARA TOMA DE LECTURA DE CONSUMO DE ENERGÍA ELÉCTRICA.....	34
TABLA 7 NÚMERO DE REGISTROS PROMEDIO POR OPERARIO Y POR DÍA PARA LA TOMA DE LECTURA DE CONSUMO DE ENERGÍA.....	34
TABLA 8 CÁLCULO DEL VALOR ACTUAL NETO .....	47
TABLA 9 CÁLCULO DE LA TASA INTERNA DE RETORNO .....	48

## RESUMEN

La investigación titulada “Diseño de un Sistema de Medición Remoto de Energía Eléctrica, Tarifa BT5, para Reducir Costos Operativos en Herzab S.A.C-Piura 2018” se realizó teniendo como objetivo reducir costos operativos para la empresa y evitar errores al momento de la toma de lectura manual de los medidores eléctricos.

Para llevar a cabo dicha investigación se efectuó un estudio de la entorno vigente en cuanto al registro de toma de lectura de los medidores eléctricos en el centro poblado Somate Bajo, Sullana-Piura, se empleó guías de observación para saber el número personas para la toma de lecturas de los medidores eléctricos la cual es un trabajo realizado por personal humano, por lo tanto está sujeto a errores de diversas índoles, dando como resultado un mal servicio y por ende la insatisfacción de los usuarios.

Finalmente se concluye que la tesis es en colocar a un medidor de disco, una tarjeta electrónica la cual tiene la función de contar el gasto de electricidad y después enviar los datos a una estación central, remplazando las actividades que ejecuta la persona que está encargada de registrar la lectura de los medidores de energía eléctrica.

**Palabras claves:** Sistema de Medición Remoto, medidores electromecánicos, Energía Eléctrica.

## **ABSTRACT**

The research entitled "Design of a Remote Energy Measurement System, BT5 Rate, to Reduce Operating Costs in Herzab SAC-Piura 2018" was carried out with the objective of reducing operating costs for the company and avoiding errors at the time of reading. manual of electric meters.

To carry out this research, an analysis of the current situation was made regarding the recording of reading of the electric meters in the Somate Bajo town, Sullana-Piura. Observation guides were used to know the number of people to take it. of readings of the electric meters which is a work carried out by human personnel, therefore it is subject to errors of various kinds, resulting in a bad service and therefore the dissatisfaction of the users.

Finally, it is concluded that the thesis consists in incorporating an electromechanical type electric energy meter, an electronic card that allows the electric energy consumption to be accounted for first and then send this information to a central station, replacing the functions performed by the person in charge to record the reading of the electric energy meters.

Keywords: Remote Measurement System, electromechanical meters, Electric Power.

## I. INTRODUCCION

### 1.1 Realidad Problemática

En Ecuador, con las elevadas pérdidas de electricidad que aparecen la gran cantidad de las empresas del sector eléctrico” (Consejo Nacional de Electricidad, 2009, pág. 45).

La noción de “pérdidas de energía eléctrica”, la cual se pierde en cada etapa funcional del sistema, más las pérdidas no técnicas o comerciales producidas por la falta de medición y facturación de cada mes a clientes que utilizan la electricidad en forma ilegal. Por esta causa, las pérdidas en los sistemas de distribución es el resultado de la diferencia entre la energía recibida por el sistema de distribución en la que se incluye la energía de los clientes no regulados (terceros) que mantienen contratos de compra de energía con otras empresas (generadoras o auto productoras) y la Registrada en los equipos de medición (entregada) de los clientes finales. (Consejo Nacional de Electricidad, 2009, p.45).

“En Colombia, frecuentemente, la toma de lectura tradicional (manual) de los medidores electromecánicos esta propenso a errores humanos, porque el lector asignado puede equivocarse al tomar nota del registro del consumo” (VELEZ, 2013, p.6).

En algún caso que ocurriera algún error de tipo humano, se incrementaría el error en la medición y/o facturación, podría a llevar a diferentes circunstancias. En Colombia, por ejemplo, se acostumbra que si un usuario recibe una facturación errónea, en la que se cobra un consumo mayor al real, le ocasionaría inconformidad, el cliente podría terminar el contrato del servicio con la concesionaria acuerdo a las clausulas establecidas en el contrato de la entidad que brinda los servicios y a los artículos 133.16, 133.21, 138 y 141 de la Ley 142 de 1994 y es más puede cambiar de empresa que brinda ese servicio, conforme a los artículos 54-59 de la resolución CREG 156 de 2011. (Velez, 2013, p.8).

En resumen, esto no es rentable para la empresa prestadora del servicio, ni tampoco para el usuario porque vendría un costo elevado de consumo de energía. Como lo estipula el artículo 150 de la Ley 142 de 1994, las

empresas prestadoras del servicio no pueden cobrar por facturaron errónea. (Velez, 2013, p.8).

En Chile los proyectos de subestaciones nuevas, utilizan en su mayoría tecnologías modernas aplicando el protocolo IEC 61850, sin embargo, aún hay muchas subestaciones en el sistema eléctrico con controles convencionales de forma que hay un gran espacio para mejorar y modernizar. (Revista Electroindustrias, 2015, p.32)

### **A Nivel Nacional:**

“Por la cantidad de “eventos eléctricos” ocurridos en el transcurso del último año a nivel nacional, con el transcurrir del tiempo es necesario el implementar un sistema de monitoreo en tiempo real de las variables en las subestaciones eléctricas” (Galvez & Florian, 2011, p.3).

Hoy en día hay bastantes empresas que confían en el manejo de las subestaciones eléctricas, que están en su sistema, a que los encargados de tomar lectura lo hacen de forma manual cada cierto tiempo y a la vez generando una base de datos de todas las lecturas tomadas en el transcurso de los días, con la implementación de este sistema de medición remoto solo se realizaría unas visitas mensuales para recoger los datos más resaltantes proporcionados por el medidor electrónico instalado en las subestaciones.. (Galvez & Florian, 2011, p.6).

En el Perú, existen 13 Empresas Distribuidoras de energía eléctrica, que también realizan labores de comercialización de la energía, por lo cual, dichas labores paralelas, no son realizadas de manera óptima” (COES, 2016, p.23).

Figura 1

N°	Razón Social	Nombre Comercial	Estado
1	Electro Dunas S.A.A.	ELECTRODUNAS	Obligatorio
2	Electro Sur Este S.A.A.	ELECTROSURESTE	Obligatorio
3	Electrocentro S.A.	ELECTROCENTRO	Obligatorio
4	Electronoroeste S.A.	ELECTRONOROESTE	Obligatorio
5	Empresa Concesionaria de Electricidad de Ucayali S.A.	ELECTRO UCAYALI	Obligatorio
6	Empresa Regional de Servicio Público de Electricidad de Puno S.A.A.	ELECTROPUNO	Obligatorio
7	Empresa Regional de Servicio Público de Electricidad del Norte S.A.	ELECTRONORTE	Obligatorio
8	Empresa Regional de Servicio Público de Electricidad del Oriente S.A.	ELECTRO ORIENTE	Obligatorio
9	Empresa Regional de Servicio Público de Electricidad Electronorte Medio S.A.	HIDRANDINA	Obligatorio
10	Empresa Regional de Servicio Público de Electricidad Electrosur S.A.	ELECTROSUR	Obligatorio
11	Enel Distribución Perú S.A.A.	ENEL DISTRIBUCIÓN	Obligatorio
12	Luz del Sur S.A.A.	LUZ DEL SUR	Obligatorio
13	Sociedad Eléctrica del Sur Oeste S.A.	SEAL	Obligatorio

Empresas Distribuidoras de Energía en el Perú, 2016.

“El número de usuarios o clientes de las empresas distribuidoras creció en 2,3% con respecto al año 2015, es un porcentaje menos de lo esperado, debido a las políticas económicas del Perú” (COES, 2016, p.4).

Al no contar con un monitoreo del sistema de forma continua, no se tendrá un rendimiento óptimo de las instalaciones, ello no permite que el grupo electrógeno ingrese en funcionamiento, si por alguna razón se incrementa la potencia con valores mayores a la contratada.

Con equipos más eficientes y que respondan a innovaciones tecnológicas, así como también que tengan menos efectos de contaminación al ambiente, lo cual lleva a que se utilicen energías renovables en el cual el Perú tiene gran potencial, tanto en lo hidroeléctrico, térmico, eólico y solar, que permitan que los costos de producción disminuyan sin afectar los niveles de productividad.

### **A nivel Local.**

En nuestro país, las empresas de servicio eléctrico para los hogares en la totalidad destacan con los medidores electromecánicos y en algunas circunstancias se vienen utilizando medidores electrónicos digitales.

En la empresa Herzab S.A.C, que es la empresa en donde se realiza el proyecto de investigación, dedicada a realizar proyectos de electrificación, medición de registros de energía, supervisión entre otras; tiene altos costos operativos; cada personal tiene la función de realizar el registro de aproximadamente 800 lecturas dentro de la ciudad y de 600 lecturas en zonas alejadas, por día. Lo cual hace que el trabajo sea estresante y a la vez tenga errores de lectura por fallas humanas.

Así mismo se observa que cuando el registro de la lectura de la medición no es la adecuada, los usuarios se ven afectados debido a que sus recibos de energía eléctrica vienen con consumos o muy bajos o muy altos. En el caso si la lectura hace que los recibos de energía reporten consumos bajos, el usuario aparentemente se beneficia, pero cuando se tome la lectura del mes siguiente, va a tener un registro muy alto.

En el caso si el registro es muy alto, en ese mismo mes el usuario se ve afectado porque tendrá que pagar un consumo que no le pertenece, sin embargo, al siguiente mes pagará un valor muy pequeño. Todas estas consideraciones se dan por la lectura errónea que suelen cometer el personal que se dedica a dicha labor.

### **1.2 Trabajos Previos.**

**VILCHEZ (2016), En su tema de tesis denominado “DISEÑO DE UN SISTEMA DE SUPERVISIÓN EN TIEMPO REAL DE LAS VARIABLES ELÉCTRICAS: TENSIÓN (V), INTENSIDAD DE CORRIENTE (I) Y FACTOR DE POTENCIA (F.P) EN LA SUBESTACIÓN 7 MVA, 60/10 KV DEL PROYECTO ESPECIAL OLMOS TINAJONES (PEOT) – LAMBAYEQUE** “en la situación problemática a nivel local puedo rescatar lo siguiente:

Con el diseño de un sistema de medición remoto los operadores, no tendrán que estar a cada media hora mirando a los medidores y anotando apuntes en el formato de lectura diaria, más aún cuando sucede una falla justo al momento de la toma de lectura; ya que el operador tendrá que dejar de realizar su labor de registro de datos para atender la falla, reportarla y realizar las maniobras correspondientes; teniendo en este caso también el problema de que al momento de realizar el reporte no cuente con los datos precisos en el tiempo exacto en el que sucedió la falla, dando en su reporte valores tomados una hora antes.

**PIMENTEL (2014), en su tesis de grado, denominado “ESTUDIO DE LA MEJORA EN EL SISTEMA DE LECTURA DE MEDIDORES ELÉCTRICOS DE LA DIVISIÓN DE AGUA POTABLE Y ENERGÍA ELÉCTRICA DEL PROYECTO ESPECIAL CHAVIMOCHIC MEDIANTE UNA SOLUCIÓN INALÁMBRICA”, presenta los siguientes objetivos:**

Cada objetivo trazado tuvo una conclusión, que tienen relación directa con el trabajo de investigación propuesto:

- Se analizó la problemática que se tiene cuando se toma lectura de los medidores eléctricos, con lo cual se concluye que es necesario contar con tecnología inalámbrica, para disminuir costos por la geografía que presenta el lugar.
- La opción GRPS -2G es la mejor alternativa por temas de costos, mantenimiento y cobertura, describiéndose además las tecnologías diversas que existen.
- Se hizo el análisis y se terminó que debe usarse tarjetas de comunicaciones seriales, módems, celulares y otros servicios, y de esa manera integrar a todo el proyecto CHAVIMOCHIC.

**PASMIÑO (2013)** En su proyecto denominado **“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN PROTOTIPO PARA MONITOREO Y CONTROL REMOTO MEDIANTE GPRS, DE TABLEROS DE MEDIDORES COMERCIALES DE LA EMPRESA ELÉCTRICA RIOBAMBA S.A.”** en su resumen menciona:

El presente proyecto tiene como propósito el diseño y la ejecución de un programa de control remoto por vía GSM/GPRS, sobre la operación no aprobada en los tableros de medidores de electricidad de la empresa Riobamba SA., en la cual se controlaría la manipulación de personas no autorizadas, y así bajando las Pérdidas No Técnicas, ya que al limitar y hasta eliminar la posibilidad de hurtos, fraudes, y reconexiones ilegales, se minimiza y elimina las Pérdidas No Técnicas con lo que se recupera los valores monetarios respectivos en cuanto a energía consumida y no facturada.

Además, también se puede desconectar y conectar el servicio de una forma remoto, a los usuarios que tengan deudas en la empresa prestadora de servicio mediante un telemando desde una aplicación desde la computadora.

Entre las conclusiones que determinó y que de alguna manera es de interés para el presente proyecto son:

- Se hizo el registro de las pérdidas de energía no técnica, del año 2012, que sirvieron para un nuevo estudio del año 2013, en ese año se implementó el prototipo en el edificio acrópolis en la ciudad de Riobamba.
- Se redujeron las pérdidas no técnicas hasta un valor de 8.42%, para que cualquier persona no tenga acceso al tablero de medidores y realice adulteraciones de lectura.

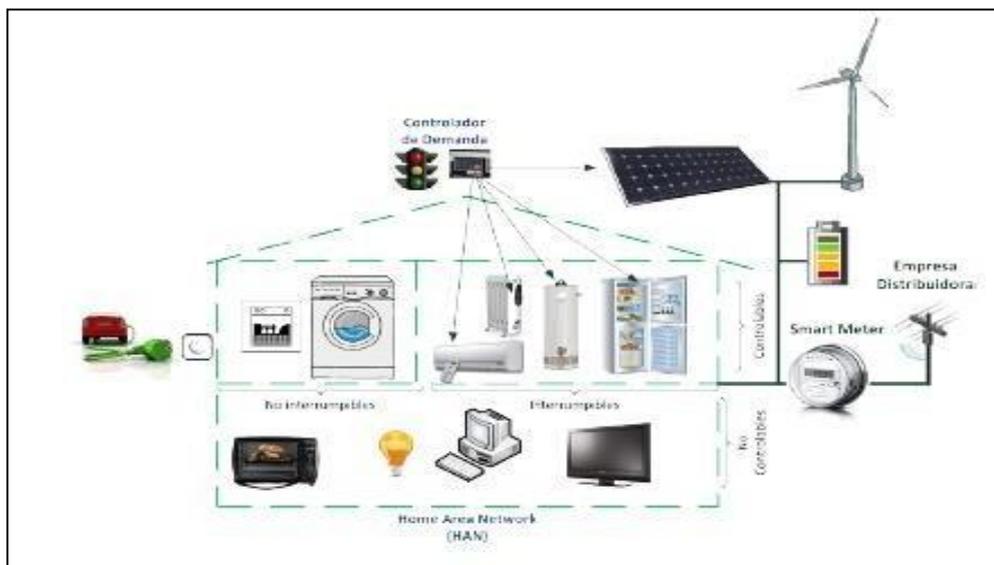
### 1.3 Teorías relacionadas al Tema.

#### 1.3.1 Sistema de medición remoto de energía

La electricidad es la fuente que impulsa la economía y a la vez da mejor nivel de vida a las personas, es por esta circunstancia que se quiere de un moderno concepto del sistema eléctrico, desde la generación hasta la distribución hacia los usuarios, mediante tiempo real desde una computadora de la empresa encargada de suministrar el servicio, con las buenas condiciones del servicio del uso de la electricidad. (Inga, 2013, p.3).

Con un sistema de telecomunicaciones, con la aplicación específica de las redes eléctricas, con la finalidad de mercantilizar dicha información entre el consumidor y la empresa prestadora del servicio eléctrico, teniendo en cuenta los aspectos de mayor categoría con el tipo de tecnología a emplear desde la empresa prestadora del servicio eléctrico hasta el final del medidor inteligente (Inga, 2013, p.5).

Figura 2



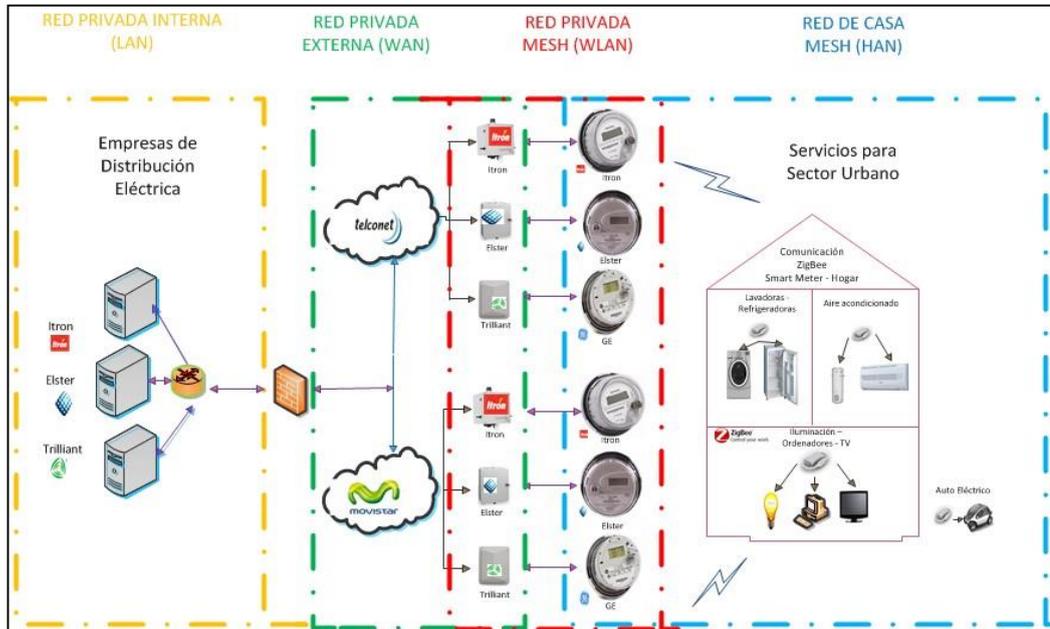
Fuente: Inga, 2013.

Operación óptima para gestión de la energía residencial.

Cabe resaltar la importancia de saber con veracidad en la zona en que se presentó la falla y así poder minimizar el trabajo y después el contador de electricidad moderno que se comporta como una vía celular fijo que

necesitará un trabajo impecable en su red domiciliaria dentro de los modelos estándares normados para gestión de las telecomunicaciones.

Figura 3



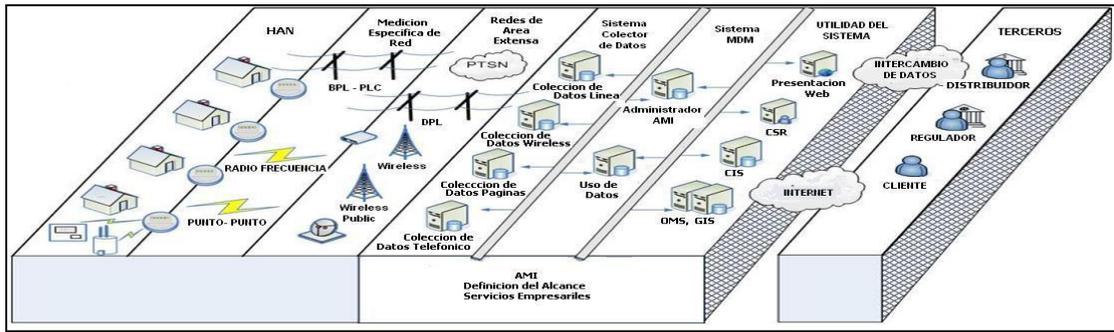
Infraestructura AMI – Guayaquil - Ecuador.

Para un buen uso de la electricidad en los hogares ya sean domiciliarios industriales ya que la electricidad, es la fuente motriz para la humanidad en toda ámbito y así la empresas que se encargan de distribuir electricidad no tengan errores al momento de la toma de lectura ya que emplean a personas en la cual al momento de la toma de lectura están propensos a tener errores ya sea en la facturación ya que algunas veces el recibo llegara muy elevado o en algunos casos llegara reducido ya que el hombre al momento de hacer la toma de lectura puede que anote mal el número del medidor en el sistema de medición de las empresas distribuidoras., **Morán (2012)**

Fuente: Empresa Eléctrica Pública – Guayaquil.  
Inga, E.; Arias, D.; Orejuela, V. e Inga, J. (2013).

Figura 4

Fuente: Morán (2012).



Arquitectura de Red en Sistemas AMI

**Teoría de costos operativos.**

Se puede demostrar los ingresos que recibirá la empresa distribuidora de energía eléctrica con la instalación de dicho sistema de medición remoto, entre los principales beneficios se puede mencionar: optimización en tiempos de lectura, corte y reconexión remota. **Morán (2012)**

**Costos Fijos:**

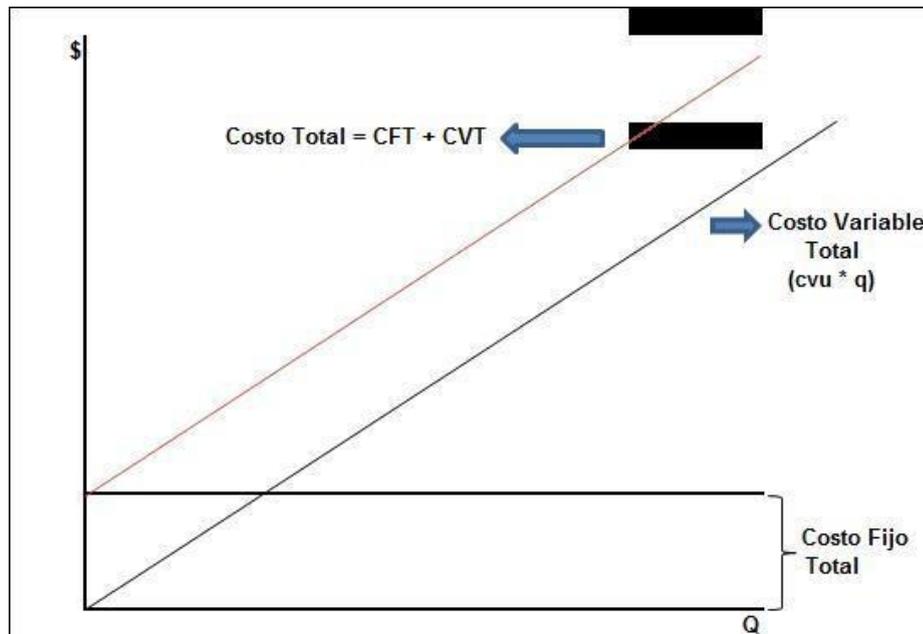
Es el independiente a la producción, sin embargo son necesarios para seguir operando: alquiler, teléfono, internet, planillas etc.

**Costos Variables:**

Es el dependiente de la producción como: agua, electricidad.

Figura 5

Fuente: Castillo (2012).



Tendencia de los costos con la producción en las empresas

#### **1.4 Formulación del Problema**

¿Cómo reducir los costos operativos de la toma de lectura de energía eléctrica tarifa BT5, en la empresa HERZAB SAC?

#### **1.5 Justificación del Estudio.**

El proyecto beneficia a las empresas que prestan servicios eléctricos especialmente en tarifas BT5, brindando una salida remota y así poder mejorar la toma lectura de los medidores eléctricos.

##### **1.5.1 Justificación Técnica.**

El presente proyecto de investigación se justifica técnicamente porque las lecturas de las mediciones son exactamente las registradas por los medidores y no alteradas por el personal que toma las lecturas, además con este sistema e conoce en tiempo real el valor del consumo en el transcurso del mes.

##### **1.5.2 Justificación Económica.**

Económicamente el proyecto de justifica porque para la toma de lecturas de las mediciones eléctrica se emplea un personal a tiempo completo, quien registra las mediciones, el cual origina un salario.

##### **1.5.3 Justificación Social.**

El usuario o cliente tendrá una facturación que se ajusta a la realidad, y éste pueda optimizar el uso de la energía eléctrica de manera adecuada, en los momentos en el cual la máxima demanda no se incremente.

##### **1.5.4 Justificación Ambiental.**

Se justifica ambientalmente el proyecto de investigación porque al implantarse el diseño propuesto no se utilizará papel para el registro de mediciones eléctricas.

#### **1.6 Hipótesis.**

Mediante el sistema de medición remoto de energía eléctrica, tarifa BT5, podemos reducir los costos operativos en la empresa Herzab S.A.C

## **1.7 Objetivos.**

### **1.7.1 General**

Diseñar un sistema de medición remoto de energía eléctrica tarifa BT5 para reducir costos operativos en la empresa Herzab S.A.C

### **1.7.2 Específicos**

1. Diagnosticar la situación actual, en cuanto al registro de toma de datos de la medición de los consumos de energía eléctrica en el centro poblado de Somate Bajo, Sullana-Piura.
2. Describir el esquema general para el sistema de medición remoto para los medidores electromecánicos de energía eléctrica de la zona de aplicación de la propuesta.
3. seleccionar los diferentes dispositivos del sistema de medición inalámbrica, configurado para obtener lectura en tiempo real.
4. Evaluar la disminución de los costos operativos al implementar el sistema de medición remoto.

## **II. MÉTODO**

### **2.1. Diseño de Investigación**

No experimental

#### **2.1.1. Variable independiente.**

Diseño de un Sistema de Medición Remoto de Energía Eléctrica Tarifa BT5.

#### **2.1.2. Variable dependiente.**

Costos Operativos en HERZAB S.A.C-Piura

Variable	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores	Instrumentos	Escala de Medición
<p><b>Variable Independiente</b></p> <p>Diseño de un Sistema de Medición Remoto de Energía Eléctrica Tarifa BT5.</p>	<p>Es un sistema que se refiere al conjunto de instrumentos y tecnología cuya implementación permite la transmisión por vía inalámbrica la lectura de medidores de energía eléctrica.</p>	<p>Lectura de medición automática</p> <p>Se refiere a los sistemas de lectura de medición que utilizan tecnología de recolección de datos automática de consumo.</p>	<p>Instrumentación para medición eléctrica.</p> <p>Registro de mediciones.</p> <p>Protocolo de comunicación.</p>	<p>Energía Activa.</p> <p>Potencia Activa</p> <p>Tiempo</p> <p>Frecuencia Eléctrica.</p> <p>Exactitud y Precisión.</p> <p>Lenguaje de programación</p>	<p>Hoja técnica de equipos</p> <p>Guía de Análisis de documentos.</p>	<p>Kw-h</p> <p>Kw</p> <p>Horas</p> <p>Hertz.</p> <p>%</p> <p>Lenguaje de programación</p>
<p><b>Variable Dependiente</b></p> <p>Costos Operativos en Herzab S.A.C- Piura</p>	<p>Son los mismos si la operación está cerrada o funcionando a 100% de capacidad.</p>	<p>Son los costos que varían en función a la cantidad de lecturas de medición eléctrica que se toman en un determinado lugar, y que incurren en la utilidad de la empresa.</p>	<p>Pago a Personal de toma de lectura.</p> <p>Pago a Personal de procesamiento de lectura.</p> <p>Pago a Personal de reparto de recibos.</p>	<p>Costo hora / hombre</p>	<p>Guía de Observación</p>	<p>Nuevos soles</p>

## **2.2. Población y muestra**

### **221. Para el diseño del sistema de medición:**

Población: Número total de toma de lecturas de medidores de energía eléctrica del centro poblado Somate Bajo-Sullana-Piura.

Muestra: Aplicable a todos los medidores de energía eléctrica del centro poblado Somate Bajo, Sullana-Piura.

Unidad de análisis: Punto estratégico en el centro poblado Somate Bajo, Sullana-Piura.

### **222. Para reducir costos operativos:**

Población: Toma de lecturas de medidores de energía eléctrica del centro poblado Somate Bajo, Sullana-Piura.

Muestra: centro poblado Somate Bajo, Sullana-Piura.

Unidad de análisis: Medidores de energía eléctrica del centro poblado Somate Bajo, Sullana-Piura.

## **2.3. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad**

### **231. Técnicas**

Guías de observación: Nos permite saber la cantidad de Medidores de energía eléctrica del centro poblado Somate Bajo, Sullana-Piura.

### **232. Instrumentos**

Guías de observación

Instrumentos de validación de datos

Libros virtuales

Libros físicos

Laptop

### **2.3.3. Validez y confiabilidad:**

Para obtener la validación y confiabilidad del instrumento que se aplicará, se consultó a 01 especialista en el tema, en cuanto a contenido y elaboración de los instrumentos mencionados.

### **2.4. Métodos de Análisis de datos**

Para la investigación a realizada, se utilizó un análisis inferencial, como es en el caso del diseño del sistema de control remoto , para llegar a una relación de eficiencia en la toma de lectura de medidores ; mientras que en el caso de los instrumentos de validación de datos, se llevó a cabo mediante un proceso del modelo estadístico del sistema de Excel, facilitando el análisis de reducción de costos y contribuirán a evaluar finalmente la factibilidad técnico económico del proceso a investigar.

### **2.5. Aspectos éticos**

Se respetara la veracidad de los autores que intervienen en este proyecto.

## **III. RESULTADOS**

### **3.1. Diagnosticar la situación actual en cuanto al registro de toma de datos de la medición de los consumos de energía eléctrica.**

### 3.1.1. Registros de Número de Clientes y Consumos de energía del centro poblado Somate Bajo.

Tabla 1

N°	CENTRO POBLADO	N° ABONADOS DOMESTICOS	CONSUMO DE ENERGIA (KW-H)											
			abr-17	may-17	jun-17	jul-17	ago-17	sep-17	oct-17	nov-17	dic-17	ene-18	feb-18	mar-18
1	La uva	26	1030	1012	1023	1023	1087	998	1023	998	999	1023	1023	1020
2	Carabajal	34	201574	201574	201574	201574	201574	201574	201574	201574	201574	201574	201574	201574
3	Maran	35	1700	1762	1767	1564	1676	1679	1767	1676	1678	1771	1779	1772
4	Chalacalá Alta - El Portón	41	1323	1454	1563	1422	1345	1444	1433	1453	1344	1422	1388	1317
5	Montenegro	47	1343	1323	1324	1345	1345	1347	1432	1321	1432	1343	1432	1353
6	Centro Servicio Somate	61	3580	3761	3550	3543	3544	3560	3567	3460	3550	3462	3661	3560
7	Jorge Chavez	61	1023	985	1023	1034	984	999	898	945	987	998	992	983
8	Nuevo Paraiso-Compuertas	73	1456	1470	1545	1470	1654	1545	1676	1565	1456	1676	1546	1470
9	Riecito	81	4353	4353	4321	4325	4345	4536	4323	4354	4356	4123	4342	4172
10	Chalacalá Alta	129	6524	6534	6456	6431	6354	6354	6748	6743	6212	6323	6354	6524
11	Santa Rosa Piedra Rodada	200	10342	10421	10463	10827	9878	11111	10978	10787	10987	9878	11212	10463
12	Quebrada la abuela	244	1534	1512	1543	1343	1435	1456	1459	1543	1489	1499	1512	1448
13	El cucho	370	14354	14151	14523	14252	13877	13999	13998	13567	14353	14123	14232	14733
14	Somate Bajo	479	23222	22901	22132	23322	23222	23322	22345	23423	24333	21222	21229	22901
15	San jorge-Somate Bajo	492	6454	6765	677	6765	6878	6532	6343	6982	6534	6783	6453	6772
16	Chalacalá	511	22423	22325	22124	21233	24223	23233	22124	21222	23542	22232	22275	22742
17	Lourdes	526	132342	131322	134543	138767	134999	131198	139889	134222	134987	134567	132343	133258
18	San Vicente	591	61262	62434	61381	61234	62626	61262	61232	61236	60333	63483	62333	61381
19	Huangalá	1043	74747	73232	74434	73232	75474	73434	73434	73456	74312	73434	72343	72829

Fuente: HERZAB S.A.C, 2018

Consumo de energía por sectores del centro poblado Somate Bajo– Sullana, abril 2017 – abril 2018

5044 Usuarios registrados, en 19 sectores, son los que la empresa HERZAB S.A.C realiza las mediciones de los registros de energía activa, en los cuales se puede apreciar que la mayor cantidad de clientes están en el sector Huangalá con 1043 clientes, y el de menor cantidad de 26 en el sector la uva; dicha variabilidad, se puede analizar en la tabla 2, en el cual se han agrupado los sectores de acuerdo a la Cantidad de clientes.

Tabla 2

ITEM	CLIENTES	N° SECTORES
1	Menos de 100 Clientes	9
2	Entre 101 y 300 Clientes	3
3	Entre 301 y 500 Clientes	3
4	Entre 501 y 1000 Clientes	3
5	Más de 1001 Clientes	1

Número de sectores

Fuente: HERZAB S.A.C, 2018

Figura 6



Fuente: HERZAB S.A.C, 2018

Número de sectores en función a la cantidad de clientes

De la figura 1, se puede observar que 9 sectores tienen menos de 100 clientes, que totalizan 217505 KW-H en total, y solo 1 sector tiene más de 1000 clientes que totalizan 73697 KW-H por mes

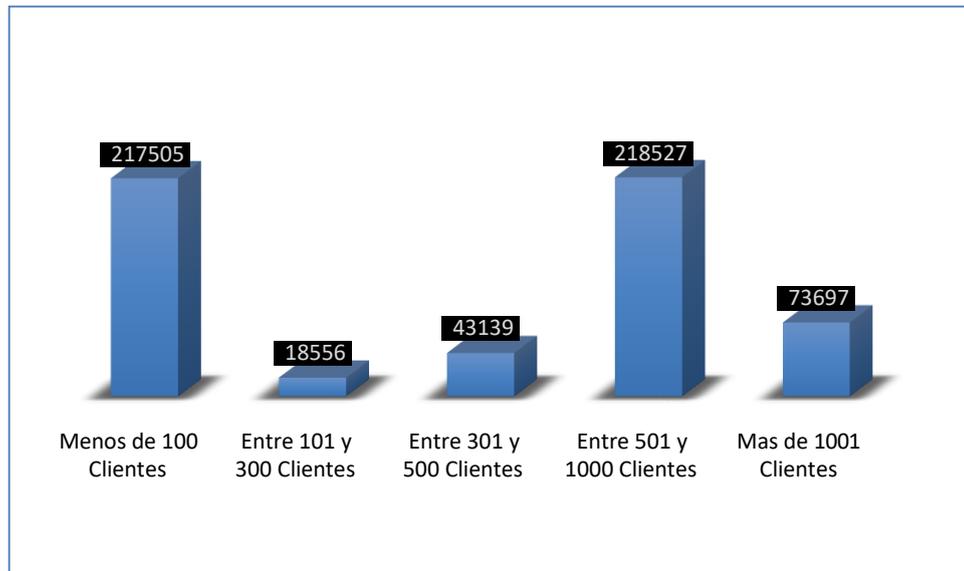
Tabla 3

ITEM	CLIENTES	NºSECTORES	CONSUMO TOTAL KW-H
1	Menos de 100 Clientes	9	217505
2	Entre 101 y 300 Clientes	3	18556
3	Entre 301 y 500 Clientes	3	43139
4	Entre 501 y 1000 Clientes	3	218527
5	Más de 1001 Clientes	1	73697

Fuente: HERZAB S.A.C, 2018

Consumo de energía total en KW-H

Figura 7



Fuente: HERZAB S.A.C, 2018

Consumo de energía total en KW-H

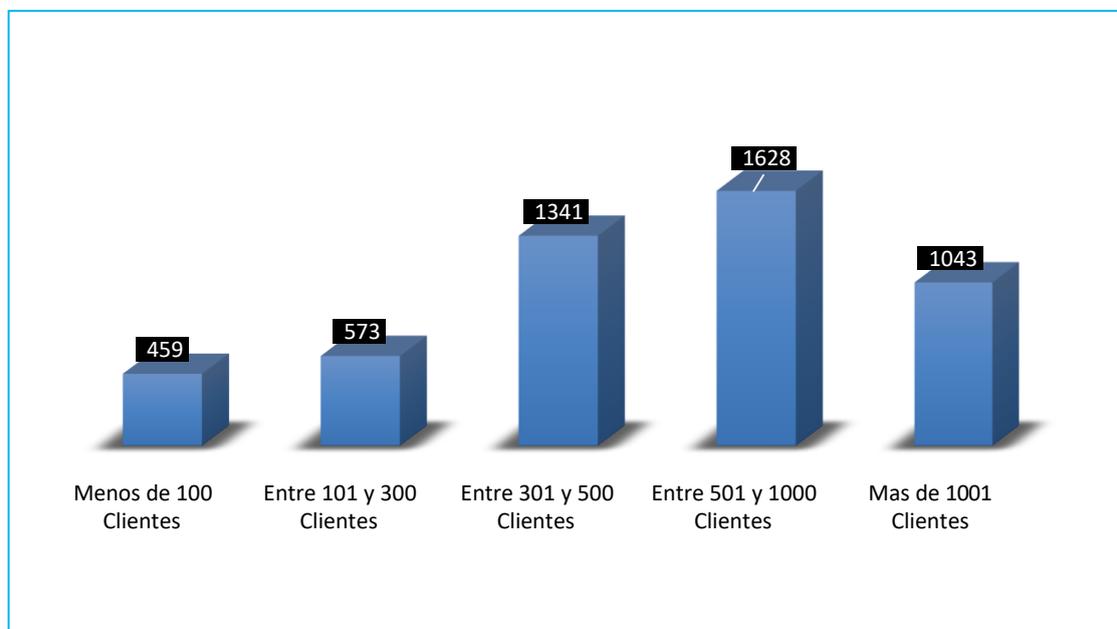
En la figura 2, en términos de consumo de energía, se puede apreciar que los 9 sectores que tienen menos de 100 clientes tienen un consumo total de 218527 KW-H, sin embargo 3 sectores que tienen en 501 y 1000 clientes tienen 218527 KW-H. Para la empresa, en términos de ingresos económicos, es en estos dos ítem, es decir en sectores de menos de 100 clientes y en sectores entre 501 y 1000 clientes, están las mayores facturaciones.

Tabla 4.

ITEM	CLIENTES	N° SECTORES	CONSUMO TOTAL KW-H	N° TOTAL DE CLIENTES
1	Menos de 100 Clientes	9	217505	459
2	Entre 101 y 300 Clientes	3	18556	573
3	Entre 301 y 500 Clientes	3	43139	1341
4	Entre 501 y 1000 Clientes	3	218527	1628
5	Más de 1001 Clientes	1	73697	1043

N° Total de clientes por sectores.

Figura 8



N° Total de clientes por sectores

La mayor cantidad de clientes 1628, se encuentran en sectores en donde existen entre 501 y 1000 clientes, que son 3 sectores; es decir que aquí se concentra la mayor cantidad de los clientes que tiene la empresa en ésta zona; por lo tanto, son sectores que demandan más tiempo en el registro manual del consumo de energía, siendo uno de los posibles sectores a realizar el diseño de la medición inalámbrica del presente proyecto

Tabla 5

N°	CENTRO POBLADO	N° ABONADOS DOMESTICOS	CONSUMO PROMEDIO DE ENERGIA POR MES POR CENTRO POBLADO (KW-H)	CONSUMO PROMEDIO DE ENERGIA POR USUARIO POR MES (KW-H)
1	La uva	26	1022	39.29
2	Carabajal	34	1033	30.38
3	Maran	35	1716	49.03
4	Chalacalá Alta - El Portón	41	1409	34.37
5	Montenegro	47	1362	28.97
6	Centro Servicio Somate	61	3567	58.47
7	Jorge Chávez	61	988	16.19
8	Nuevo Paraiso- Compuertas	73	1544	21.15
9	Riecito	81	4325	53.40
10	Chalacalá Alta	129	6463	50.10
11	Santa Rosa Piedra Rodada	200	10612	53.06
12	Quebrada la abuela	244	1481	6.07
13	El Cucho	370	14180	38.32
14	Somate Bajo	479	22798	47.59
15	San Jorge - somate bajo	492	6162	12.52
16	Chalacalá	511	22475	43.98
17	Lourdes	526	23434	44.55
18	San Vicente	591	23433	39.65
19	Huangalá	1043	43434	41.64

Consumo promedio de energía por usuario por mes (KW-H)

Fuente: HERZAB S.A.C, 2018

En la tabla 5, se puede apreciar los consumos promedio de energía por cada usuario, en el cual en un sector denominado Quebrada La Abuela, tiene un consumo de 6.07 KW-H por mes, lo cual representa facturaciones menores, comparados a los 58.47 KW-H por mes que se registra en el sector Centro Servicio Somate, registrando las mayores facturaciones por mes.

### 3.1.2. Número de Operarios para toma de registros

La toma de los registros de consumo de energía por parte de los operarios de la empresa, se realiza de manera manual, en la tabla 6 se muestra la distribución y número de operarios para ésta actividad. La cercanía entre

centros poblados es una de los criterios para la toma de registros, según la información proporcionada por la empresa HERZAB S.A.C

Tabla 6

Fuente: HERZAB S.A.C, 2018

ITEM	CLIENTES	N° SECTORES	CONSUMO TOTAL KW-H	N° TOTAL DE CLIENTES	NÚMERO DE OPERARIOS	NÚMERO DE DÍAS
1	Menos de 100 Clientes	9	217505	459	3	1
2	Entre 101 y 300 Clientes	3	18556	573	2	1
3	Entre 301 y 500 Clientes	3	43139	1341	2	2
4	Entre 501 y 1000 Clientes	3	218527	1628	3	2
5	Más de 1001 Clientes	1	73697	1043	2	2

Número de Operarios y número de días para toma de lectura de consumo de energía eléctrica

En la tabla 6, se observa que en total la empresa utiliza 12 operarios que realizan la actividad ya sea 1 o 2 días, para la recolección de la información de los consumos de energía.

En la tabla 7, se analiza el número de lecturas por operario y por día.

Tabla 7

Fuente: HERZAB S.A.C, 2018

ITEM	CLIENTES	N° TOTAL DE CLIENTES	N° DE OPERARIOS	NÚMERO DE DÍAS	NÚMERO DE REGISTROS PROMEDIO POR OPERARIO Y POR DÍA
1	Menos de 100 Clientes	459	3	1	153
2	Entre 101 y 300 Clientes	573	2	1	287
3	Entre 301 y 500 Clientes	1341	2	2	335
4	Entre 501 y 1000 Clientes	1628	3	2	271
5	Más de 1001 Clientes	1043	2	2	261

Número de registros promedio por operario y por día para la toma de lectura de consumo de energía

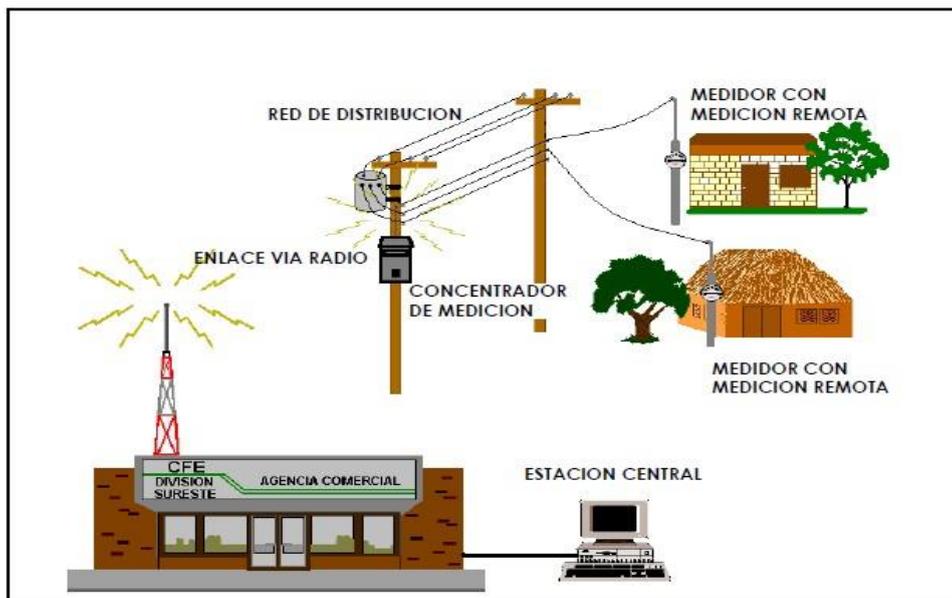
En la tabla 7, se puede apreciar que en los sectores que tienen entre 301 y 500 clientes, cada operario debe realizar el registro de 335 consumos de energía, el cual representa un trabajo forzado, y en la cual lo hace entre 10 a 12 horas.

**3.2. Describir el esquema general para el sistema de medición remoto para los medidores electromecánicos de energía eléctrica de la zona de aplicación de la propuesta.**

La descripción contempla tres grandes bloques:

- Instalaciones de medición
- Medios de comunicación
- Centros de control

Figura 9



Fuente:  
[http://jupiter.utm.mx/~tesis\\_dig/10351.pdf](http://jupiter.utm.mx/~tesis_dig/10351.pdf)

Esquema General del Sistema de Medición Remota.

**3.2.1. Instalaciones de medición.**

Los componentes de control conforman las partes principales del método de medida, su implementación y su estructura necesita fundamentalmente del tipo de usuario.

En la vida diaria, influye el contador eléctrico con disco colocado en toda parte de los clientes. Mediante este diseño el contador al ser con disco, se puede modificar para hacer otras lecturas de forma automática, con la colocación de otras vías electrónicas. El concentrador se coloca en los postes de la energía eléctrica.

### **3.2.2. Medios de comunicación**

Las empresas del sector eléctrico en todo el mundo demandan de la composición, afianzamiento y difusión de información para aligerar los métodos, de tal manera que los medios de comunicación adquieren la consideración en el procedimiento de evaluación remoto.

### **3.2.3. Centros de control**

Es por donde pasa la información al centro de control.

### **3.3. Seleccionar los diferentes dispositivos del sistema de medición inalámbrica, configurado para obtener lectura de parámetros en tiempo real.**

La selección de los diferentes dispositivos se fragmenta en cuatro partes primordiales

- Medidor
- Concentrador de datos de medición
- Enlaces de comunicación
- Estación Central

#### **1. MEDIDOR**

El propósito es anexas un dispositivo electrónico que haga los oficios de contar y recolectar las vueltas del disco, y seguidamente destinar la comunicación al concentrador de datos, este enlace de transmisión empleando las redes existentes.

Dentro de los trabajos de indagación y selección, se obtuvo el uso de tres componentes electrónicos, empleados a la comunicación por onda portadora en la redes de electricidad: el ST7537, el LM1893 y el TDA5051A

El LM1893 emplea el FSK y trabaja hasta 4800 bps y emplea encapsulado DIP (dual-in-line package) de 18 pines.

El TDA5051A emplea ASK, funciona con velocidades de 600 a 1200.

La tarjeta electrónica del medidor se divide en las siguientes etapas:

- a. Fuente de voltaje de CD
- b. Sensor óptico
- c. Interfase de acoplamiento a la línea de energía eléctrica.
- d. Etapa de transmisión
- e. Etapa de recepción
- f. Microcontrolador

Figura 10

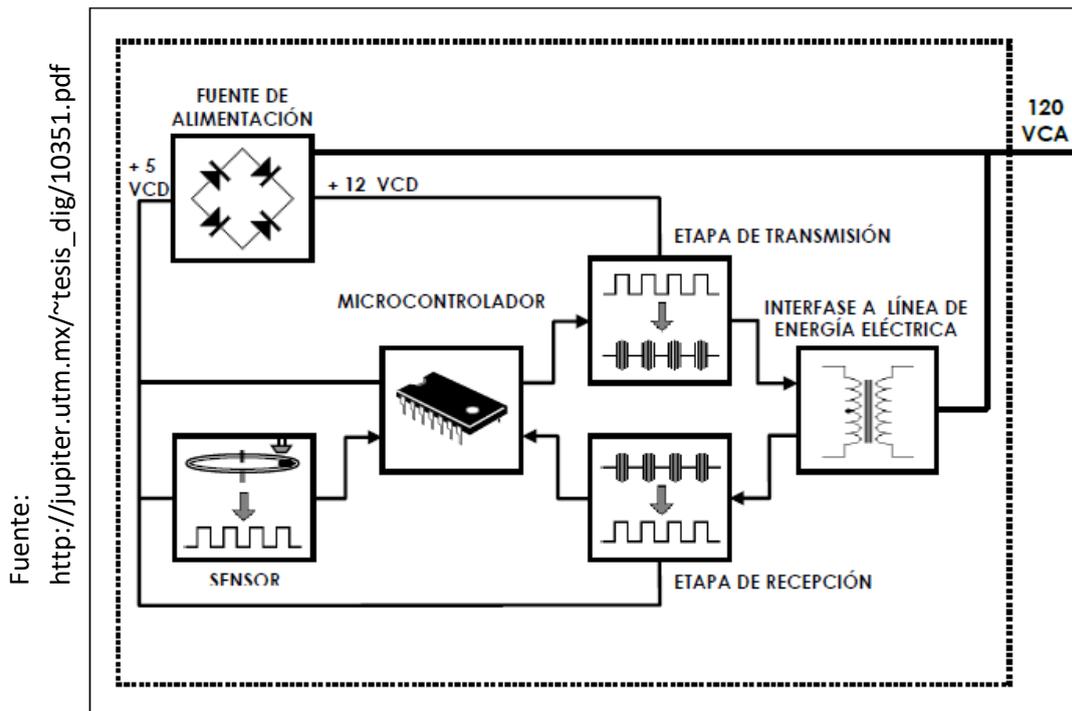


Diagrama de bloques de la tarjeta electrónica del medidor.

Descripción de cada etapa:

### 1.1. Fuente de voltaje de CD

La selección de la fuente de CD, es con rectificador de diodos de onda completa. Se quiere un voltaje de: +5 VCD para que funcione el microcontrolador PIC16F84, el sensor óptico HOA1406 y el circuito LM567, y +12 VCD.

Figura 11

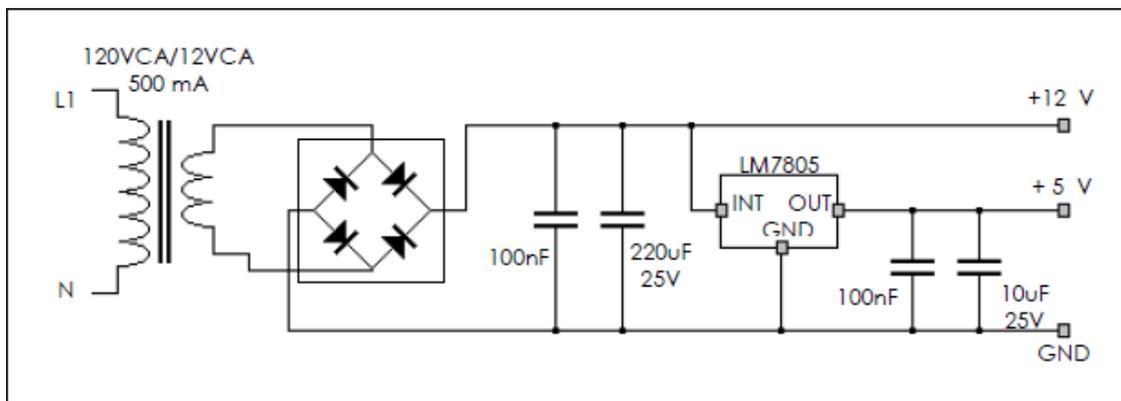


Diagrama de la fuente de alimentación

## 1.2. Sensor óptico

Una vez recibida la señal por el sensor óptico se traslada al microcontrolador, el cual deposita los datos y luego ser trasladada constantemente a la estación central, donde se hace la multiplicación por la constante  $Kh$ , y luego para obtener el consumo de electricidad en Kilowatt horas.

Se utiliza el sensor óptico reflexivo HOA1406 el cual está conformado por un diodo emisor infrarrojo y un fototransistor NPN.

Figura 12

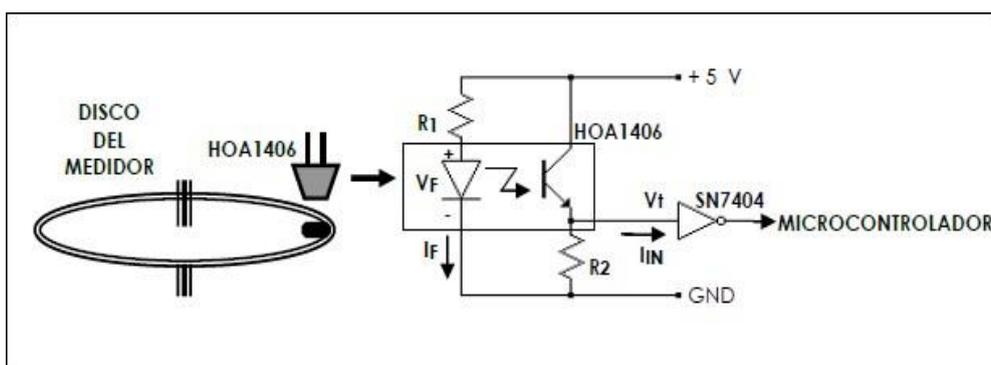


Diagrama electrónico del sensor óptico.

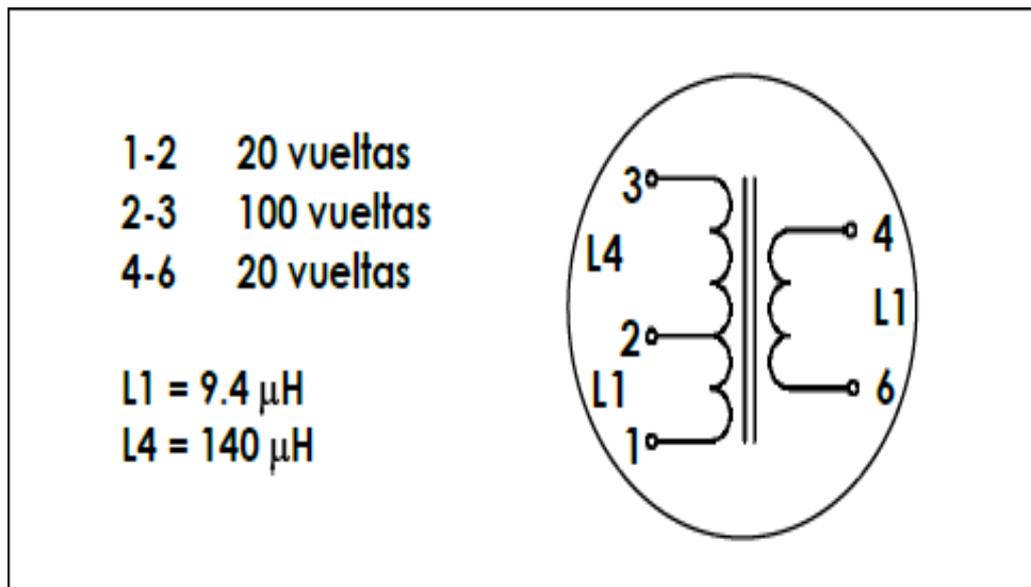
### 1.3. Interfase de acoplamiento a la línea de energía eléctrica.

El voltaje existente en las redes eléctricas, tipo onda senoidal de amplitud de 120 V CA con frecuencia de 60 Hz, una vez empleada mediante una transmisión se tiene una vía de comunicación presente en todos los puntos de la red. Las funciones generales son:

- Poner la señal de comunicación en la onda senoidal de la red.
- Filtrar y extraer la señal de recepción modulada en la línea de la red.
- Poner un aislamiento entre la interfase y la línea de la red.

Figura 13

Fuente:  
[http://jupiter.utm.mx/~tesis\\_dig/10351.pdf](http://jupiter.utm.mx/~tesis_dig/10351.pdf)



Construcción interna y características del transformador T1002N

Figura 14

Fuente:  
[http://jupiter.utm.mx/~tesis\\_dig/10351.pdf](http://jupiter.utm.mx/~tesis_dig/10351.pdf)

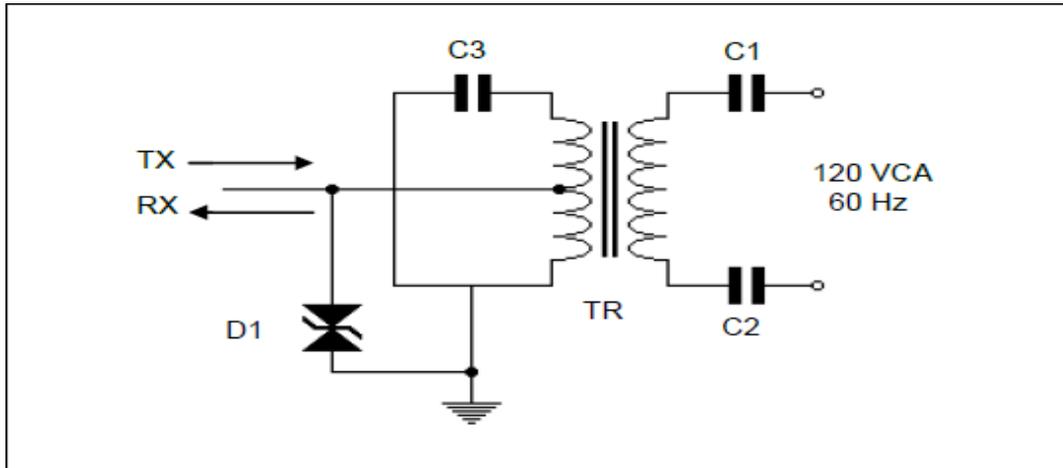


Diagrama de la Interfase de acoplamiento a la línea de energía eléctrica.

#### 1.4. Etapa de transmisión

Fundamentalmente se necesita enviar variedad de señales binarias (unos y ceros), las combinaciones formaran bytes o palabras que equivale a mensajes o comandos de comunicación.

Figura 15

Fuente:  
[http://jupiter.utm.mx/~tesis\\_dig/10351.pdf](http://jupiter.utm.mx/~tesis_dig/10351.pdf)

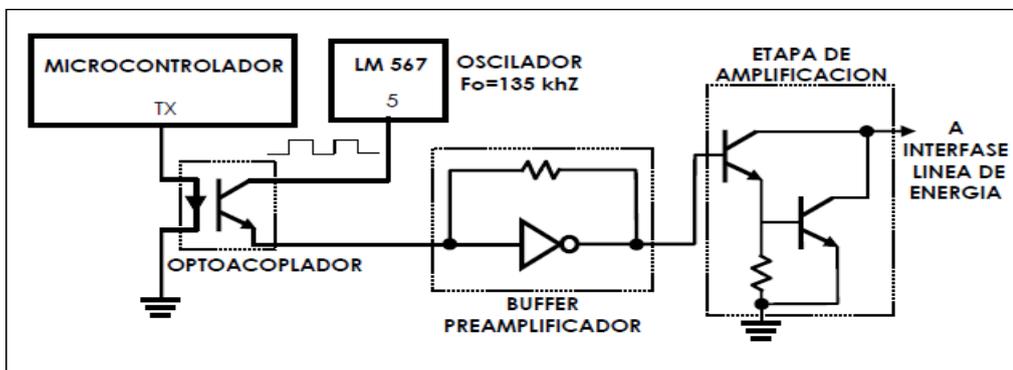
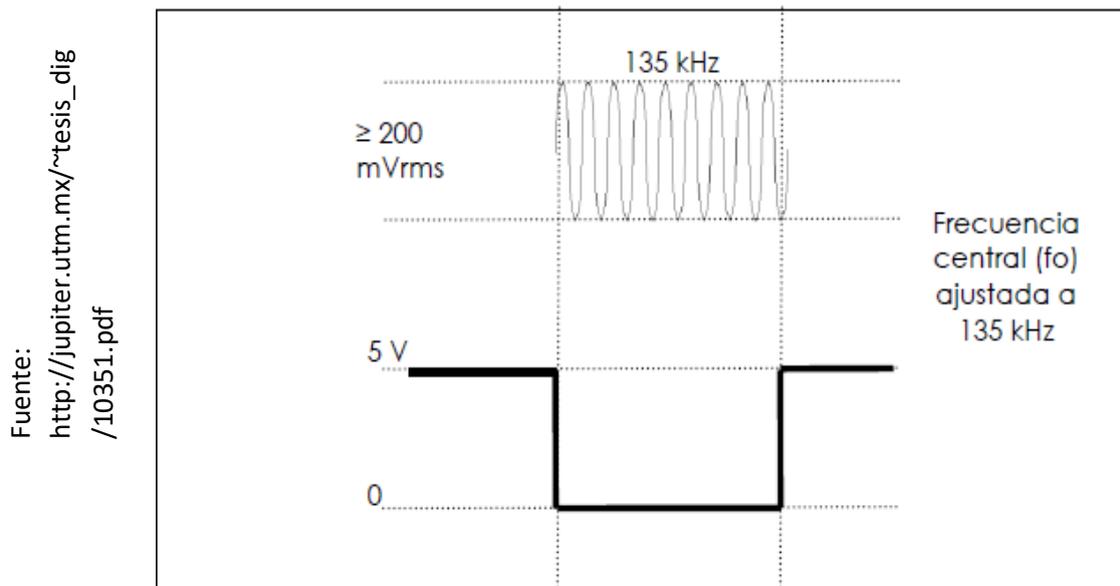


Diagrama del circuito de la etapa de transmisión

#### 1.5. Etapa de recepción

Una vez que entra la señal de entrada con frecuencia previamente adecuada, el circuito LM567 envía una comunicación de nivel bajo (0 VCD) con duración equilibrada a la señal de entrada. O en caso contrario al recibir una señal diferente a la frecuencia central no hay cambio en la señal de salida, manteniendo un nivel alto (5 VCD).

Figura 16



Respuesta del circuito LM567

## 1.6. Microcontrolador

Es el que hace las variedades operaciones de programación con el medidor.

Los microcontroladores disponibles en el ámbito electrónico, se optó por utilizar el microcontrolador PIC 16F84

Características principales del dispositivo:

- Memoria de programación tipo flash de 1K x 14
- Memoria de datos RAM de 68 bytes
- Memoria de datos EEPROM de 64 bytes
- Juego de instrucciones de 35 palabras
- Encapsulado plástico DIP de 18 pines
- Frecuencia de trabajo de 10 MHz máximo.
- Voltaje de alimentación VDD de 2 a 6 VCD
- Timer

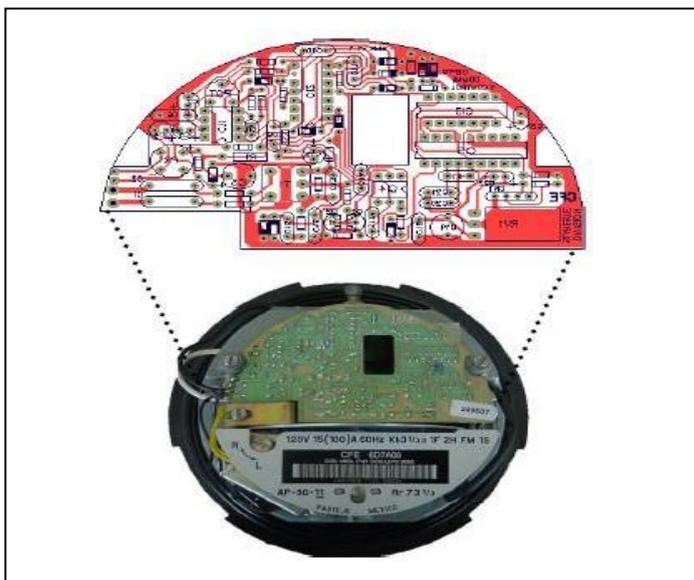
## 1.7. Instalación de la tarjeta electrónica del medidor

Se necesita de un trabajo minucioso, y se respetara las medidas y el lugar pequeño en la parte interna del contador de disco.

Para ala colocación de la tarjeta al medidor de disco son los siguientes:

- ✓ Quitar la tapa del medidor
- ✓ hacer un hueco en el interior y colocar el sensor óptico, con una distancia de un centímetro aproximadamente entre el sensor óptico y el disco, para no poder para el giro del contador de energía.
- ✓ Insertar el sensor óptico en los pines de la tarjeta electrónica del contador.
- ✓ poner el dispositivo electrónico.
- ✓ Conectar a la red e alimentación.

Figura 17



Fuente:  
[http://jupiter.utm.mx/~tesis\\_dig/10351.pdf](http://jupiter.utm.mx/~tesis_dig/10351.pdf)

Instalación de tarjeta electrónica en medidor electromecánico

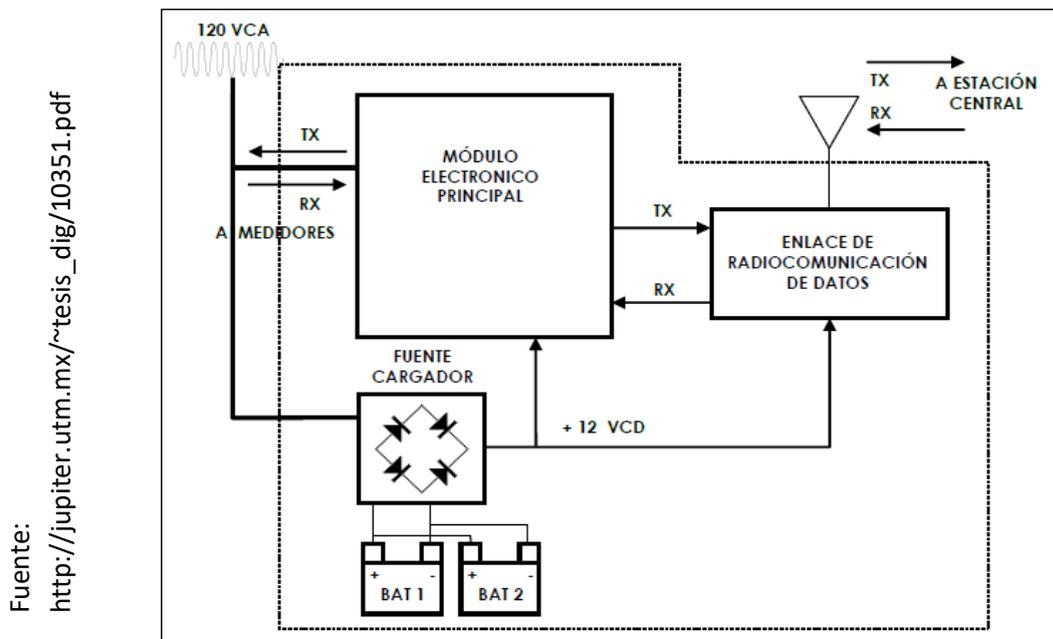
## 1. CONCENTRADOR DE DATOS DE MEDICIÓN

Es la que almacena la información de todos los medidores conectados a la red de 220 VCA, utilizando un medio de transmisión el cableado de la red eléctrica.

Partes del concentrador de datos:

- Modulo electrónico principal.
- Fuente de alimentación y respaldo de energía.
- Enlace de radiocomunicación de datos.

Figura 18



Planos por partes del concentrador de datos de medición

### 2.1. Modulo electrónico principal

Está compuesto de una tarjeta electrónica solo que incorpora un RS232, por el cual se conecta a un equipo modem y un radio para establecer el enlace de datos con la estación central.

## 2.2. Etapa de transmisión y recepción

Tiene la misma funcionalidad del dispositivo electrónico conectado al medidor.

## 2.3. Interfase de línea de energía

Tiene el mismo diseño del dispositivo conectado al medidor.

## 2.4. Fuente de alimentación y respaldo de energía

Se utiliza una fuente de 220 VCA y salida de 12 VCA.

## 3. ENLACE DE RADIOCOMUNICACIÓN DE DATOS.

Se empleó una comunicación basado en señales eléctricas, ópticas o electromagnéticas.

Para él envío de datos entre el concentrador y la estación central, se conforma en dos partes:

### 3.1. Modem

Se utilizó el modelo IC01043A.

### 3.2. Equipos de radio comunicación

Se utilizó un radio, modelo M130, es la que acopla una comunicación nítida, a distancias menores a 30 kilómetros con línea de vista.

## 4. ESTACION CENTRAL

Se encuentra instalada en un lugar determinado tiene instalado un software, especialmente desarrollado para recibir la información de los diferentes concentradores de datos.

Figura 19

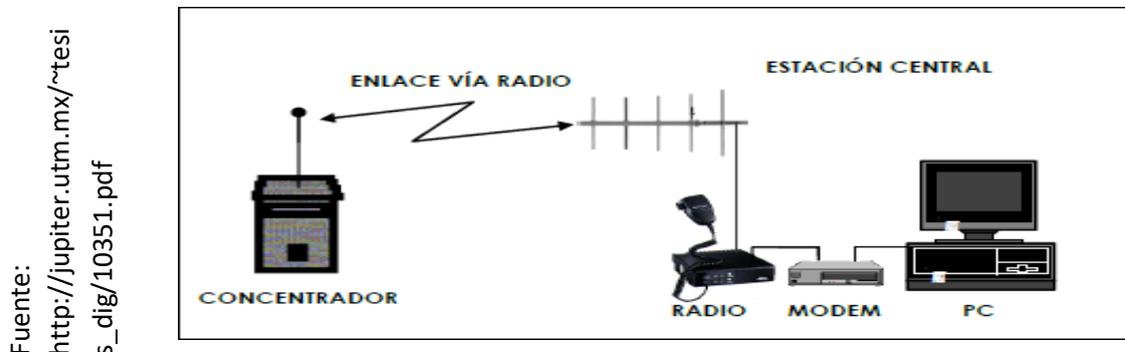


Diagrama de bloques de la estación central

#### 4.1. Evaluar la disminución de los costos operativos al implementar el sistema de medición.

##### 4.1.1. Inversión Inicial del Proyecto.

N	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unitario (S/.)	Precio Total (S/.)
1	Transformador de 220 VCA/12 VCA de 500 mA,	Unidad	1	30.00	30.00
2	Tarjeta Electrónica ST7536	Unidad	1	30.00	30.00
3	sensor óptico reflexivo HOA1406	Unidad	1	35.00	35.00
4	Diodo (D1) tipo bidireccional supresor, modelo P6KE6V	Unidad	1	10.00	10.00
5	Microcontrolador PIC 16F84	Unidad	1	60.00	60.00
6	Conectores electrónicos	Unidad	4	5.00	20.00
7	Base adaptación Baquelita	Unidad	1	10.00	10.00
8	Mano de Obra	Unidad	1	30.00	30.00
	<b>Total</b>				<b>S/. 225.00</b>

Inversión Inicial del Proyecto por cada medidor

La inversión total del proyecto se realiza multiplicando el costo del dispositivo por el número de medidores existentes en los sectores donde se propone la instalación de los medidores con medición remota. 5044 es el número de usuarios, por lo tanto, el costo total del proyecto asciende a  $5044 \times 225 = S/. 1,134,900.00$

##### 4.1.2. Ingresos de la aplicación del Proyecto.

Los ingresos del proyecto están dados:

###### a) Consumos de energía no reportados.

El consumo de energía no reportado representa entre el 5 % del consumo total, es decir del consumo total que se muestra en la tabla 4 es de 571424 KW-h, no es registrado en el mejor de los casos el 5%, que representa  $0.05 \times 571424 = 28571.2$  KW-h, que a un costo de 0.46 Soles por KH-h, se tiene el importe de  $28571.2 \times 0.46 = S/. 13,142.75$

###### b) Pago de personal de lectura de registros.

Para los 5 sectores se requieren 19 salarios en total, que equivalen al sueldo de 3 trabajadores, a un pago mensual de 1,500.00 Soles, es decir cada mes se requiere de  $3 \times 1500 = 4,500.00$  Soles mensuales

Los ingresos que generará el proyecto es la suma que actualmente son costos, pero con la implementación del sistema de medición, dichos costos se convierten en ingresos del proyecto; es decir  $13,142.75 + 4,500.00 = 17,642.75$  Soles mensuales, que totalizan 211.713.00 Anuales

#### 4.1.3. Determinación con indicadores económicos.

Los valores de los ingresos y egresos mensuales, llevándolas al mes cero, donde se inicial el proyecto, con una tasa de interés del 10% anual, que es la tasa promedio de préstamo del sector privado para uso estatal.

Utilidad actualizada al tiempo 0:

$$Ia = \frac{In * [(1 + i)^n - 1]}{i * (1 + i)^n}$$

Dónde:

In: Ingresos Anuales: 211.713.00 Soles

Ia: Ingreso actualizado al año 0

i: Tasa de Interés: 10 % Anual

n: Número de Años: 10

Reemplazando valores, para lo cual utilizamos el comando VNA, del Software Microsoft Excel:

Tabla 8

Fuente: Hoja de cálculo, comando VNA Excel

Año	Utilidad Anual (S/.)
1	211,713.00
2	211,713.00
3	211,713.00
4	211,713.00
5	211,713.00
6	211,713.00
7	211,713.00
8	211,713.00
9	211,713.00
10	211,713.00
	VNA(0.035,G7:G16)
	S/. 1,760,733.46

Cálculo del Valor Actual Neto

Se obtiene:  $la = S/. 16,599.86$

Por lo tanto, el valor actual neto es la diferencia entre la utilidad actualizada del proyecto ( $la$ ) y el valor de la inversión:  $1,760,733.46 - 1,134.900.00 = S/. 625,833.46$

#### 4.1.4. Tasa Interna de Retorno

Para calcular la tasa interna de retorno, se determina haciendo que los ingresos actualizados con una tasa de interés a determinar es igual a la inversión inicial del proyecto.

$$Inv = \frac{In * [(1 + TIR)^n - 1]}{TIR * (1 + TIR)^n}$$

Dónde:

Inv: Inversión Inicial S/. 1,134.900.00

la: S/. 211.713.00 de Utilidades Anuales

TIR: Tasa Interna de Retorno.

n; Número de años: 10

Tabla 9

Año	Utilidad Anual (S/.)
Inversión inicial	-1,134.900.00
1	211,713.00
2	211,713.00
3	211,713.00
4	211,713.00
5	211,713.00
6	211,713.00
7	211,713.00
8	211,713.00
9	211,713.00
10	211,713.00
Cálculo de la Tasa Interna de Retorno	
	13.5%.

Fuente: Hoja de cálculo, comando TIR Excel

Reemplazando valores, y mediante una metodología de aproximaciones o utilizando el software Microsoft Excel, se calcula el valor del TIR, siendo éste igual a 13.5% Anual que representa un valor superior a la tasa de interés anual de 10%

#### 4.1.5. Relación Beneficio Costo

La relación beneficio / costo está dado por:

$B/C = \text{Utilidades Actualizadas al mes 0} / \text{Inversión inicial del Proyecto}$

Reemplazando valores:  $1,760,733.46 / 1,134,900.00 = 1.55$

#### **IV. DISCUSIÓN**

La toma de mediciones en lugares en donde la densidad demográfica es alta pero con bajo consumo de energía eléctrica, es una labor que se realiza de manera presencial, con un número alto de lecturas, y en el caso de la empresa HERZAB SAC, se tiene 5044 Usuarios registrados, en 19 sectores, de los cuales en un solo centro poblado tiene 1043 clientes, y el de menor cantidad de 26; ésta realidad que la empresa tiene que asumir, eleva los costos administrativos por toma de lectura; sin embargo también ocurre el caso inverso en donde pocos usuarios tienen un alto consumo de energía, teniendo ahí menores costos administrativos por toma de lectura.

En los sistemas de medición a distancia en tiempo real, los elementos de medición se comportan como componentes principales del sistema de medición para facilitar en la toma de lectura y así evitar gastos innecesarios en las contratistas de servicio eléctrico.

En el mercado, se encuentran diferentes marcas y modelos de medidores de energía eléctrica, pero su uso está en función a las aplicaciones de las mediciones, es a diario ver problemas en los contadores de energía eléctrica.

## **V. CONCLUSION**

Se realizó el análisis de la situación actual en cuanto al registro de la toma de datos de la medición de los consumos de energía eléctrica en la zona de influencia donde opera la empresa HERZAB S.A.C y se determinó que la empresa realiza mediciones a 5044 Usuarios en 19 sectores, siendo el de mayor cantidad de clientes en el sector Huangalá con 1043 clientes, y el de menor cantidad de 26 en el sector la uva; así mismo 9 sectores tienen menos de 100 clientes, que totalizan 217505 KW-H en total, y solo 1 sector tiene más de 1000 clientes que totalizan 73697 KW-H.

La mayor cantidad de clientes 1628, se encuentran en sectores en donde existen entre 501 y 1000 clientes, que son 3 sectores; es decir que aquí se concentra la mayor cantidad de los clientes que tiene la empresa en ésta zona; por lo tanto, son sectores que demandan más tiempo en el registro manual del consumo de energía. Los operarios que realizan las mediciones en los sectores que tienen entre 301 y 500 clientes, realizan el registro de 335 consumos de energía, el cual representa un trabajo forzado, y en la cual lo hace entre 10 a 12 horas por día.

Se describió las tecnologías inalámbricas existentes y se optó por utilizar el que más se adapta a la realidad de la zona siendo la propuesta del esquema general del Sistema de Medición Remota de Energía Eléctrica.

La inversión de la propuesta es de S/. 1, 134,900.00, el Valor Actual Neto es de S/. 625,833.46, la tasa interna de retorno de 13.5% Anual, la Relación Beneficio Costo 1.55, lo cual hace viable la implementación de la propuesta.

## **VI. RECOMENDACIONES**

En los centros poblados alejados de la zona de influencia, se recomienda realizar el monitoreo de la medición con mayor frecuencia, debido a que existe en dichos lugares los mayores valores de pérdida de energía por medición.

Realizar el contraste de los medidores de energía, debido a que algunos usuarios han adulterado su funcionamiento, registrando lecturas menores a la que realmente consume.

Asegurar los medidores con protecciones para evitar la modificación de los datos que registra el concentrador de datos.

Evitar la presencia de objetos electrónicos cercanos al medidor de energía eléctrica a fin de evitar la interferencia del envío de la información.

## VII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- **CALDERÓN, Marco.** Sistema de lectura remota para el consumo de energía en clientes residenciales. Proyecto de Graduación (Ingeniero Electrónico), Costa Rica: Instituto Tecnológico de Costa Rica, 2012,129 pp.

Disponible en:

[https://repositoriotec.tec.ac.cr/bitstream/handle/2238/3132/Informe\\_Final.pdf?sequence=2&isAllowed=y](https://repositoriotec.tec.ac.cr/bitstream/handle/2238/3132/Informe_Final.pdf?sequence=2&isAllowed=y)

- **CABRERA, Javier.** Diseño de la red de telecomunicaciones para el sistema de medición avanzada (AMI) de energía eléctrica en el centro histórico de la ciudad cuenca. Tesis (Maestría en Redes de Comunicaciones), Ecuador: Pontificia Universidad Católica del Ecuador, 2014,90 pp.

Disponible en:

<http://repositorio.puce.edu.ec/bitstream/handle/22000/8439/TESIS.pdf;sequence=1>

- **Revista electrónica:** Inga, E.; Arias, D.; Orejuela, V. e Inga, J. (2013). “Comunicaciones celulares para medición inteligente de energía eléctrica en sistemas de distribución”. Ingenius. N.º 10, (Julio-Diciembre). pp. 21-33. ISSN: 1390-650X.

Disponible en:

[http://ings.ups.edu.ec/documents/2497096/4529901/n10\\_Inga\\_Arias\\_Orejuela\\_Inga.pdf](http://ings.ups.edu.ec/documents/2497096/4529901/n10_Inga_Arias_Orejuela_Inga.pdf)

- **MORÁN, Omar y ORTIZ, Luis** Estudio de la infraestructura de medición avanzada (AMI), principales requerimientos y beneficios. Tesis (Ingeniero Electrónico), Ecuador: Universidad Politécnica Salesiana, 2012,179 pp.

Disponible en:

<https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/1912/12/UPSKT00039.pdf>

- **PIMENTEL, Ana y VISLAO, Ronald.** Estudio de la mejora en el sistema de lectura de medidores eléctricos de la división de agua potable y energía eléctrica del proyecto especial CHAVIMOCHIC mediante una solución inalámbrica. Tesis (Ingeniero Electrónico), Trujillo: Universidad Privada Antenor Orrego, 2014,95 pp.

Disponible en:

<http://repositorio.upao.edu.pe/handle/upaorep/646>

- **PAZMIÑO, Carlos y ROMERO, Dennys.** Diseño e implementación de un prototipo para monitoreo y control remoto mediante GPRS, de tableros de medidores comerciales de la empresa eléctrica RIOBAMBA S.A. Tesis (Ingeniero Electromecánico), Ecuador: Escuela Politécnica del Ejército, 2013,287 pp.

Disponible en:

<http://repositorio.espe.edu.ec/xmlui/bitstream/handle/21000/6209/T-ESPEL-EMI-0236.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

- **TIRADO, Jesús y VILCHEZ, José.** Diseño de un sistema de supervisión en tiempo real de las variables eléctricas: tensión (v), intensidad de corriente (i) y factor de potencia (F. P) en la subestación 7 MVA, 60/10 KV del proyecto especial olmos tinajones (PEOT). Proyecto de investigación, Lambayeque: Universidad Señor de Sipan, 2016,98 pp.

Disponible en:

<http://www.pead.uss.edu.pe/bitstream/uss/367/1/TIRADO%20DELGADO%20%20%20-%20%20%20VILCHEZ%20BALLONA.pdf>

## ANEXOS

### ANEXO 01

#### FICHA DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS

##### DATOS GENERALES DEL EXPERTO.

- Apellidos y Nombres:

---

- Profesión:

---

- Grado académico:

---

- Actividad laboral actual:

---

## INDICACIONES AL EXPERTO.

En la tabla siguiente, se propone una escala del 1 al 5, que va en orden ascendente del desconocimiento al conocimiento profundo. Marque con una "X" conforme considere su conocimiento sobre el tema de la tesis evaluada.

1 Ninguno	2 Poco	3 Regular	4 Alto	5 Muy alto
--------------	-----------	--------------	-----------	---------------

1. Sírvase marcar con una "X" las fuentes que considere han influenciado en su conocimiento sobre el tema, en un grado alto, medio o bajo.

FUENTES DE ARGUMENTACIÓN	GRADO DE INFLUENCIA DE CADA UNA DE LAS FUENTES EN SUS CRITERIOS		
	A (ALTO)	M (MEDIO)	B (BAJO)
a) Análisis teóricos realizados. (AT)			
b) Experiencia como profesional. (EP)			
c) Trabajos estudiados de autores nacionales. (AN)			
d) Trabajos estudiados de autores extranjeros. (AE)			
e) Conocimientos personales sobre el estado del problema de investigación. (CP)			

---

***Firma del entrevistado***

**Estimado(a) experto(a):**

El instrumento de recolección de datos a validar es una Entrevista, cuyo objetivo es recoger las validaciones, sugerencias y observaciones para el proyecto denominado. “DISEÑO DE SISTEMA DE MEDICIÓN REMOTO DE ENERGÍA ELÉCTRICA, TARIFA BT5, PARA REDUCIR COSTOS OPERATIVOS EN HERZAB S.A.C-PIURA 2017”

Con el objetivo de corroborar la validación del instrumento de recolección de datos, por favor le pedimos responda a las siguientes interrogantes:

1. ¿Considera pertinente la aplicación de esta entrevista para los fines establecidos en la investigación?

Es pertinente: \_\_\_ Poco pertinente: \_\_\_ No es pertinente: \_\_\_

Por favor, indique las razones:

Para saber el grado de conocimiento del tema

---

---

2. ¿Considera que la entrevista formula las preguntas suficientes para los fines establecidos en la investigación?

Son suficientes:\_\_\_ Insuficientes: \_\_\_

Por favor, indique las razones:

---

---

3. ¿Considera que las preguntas están adecuadamente formuladas de manera tal que el entrevistado no tenga dudas en la elección y/o redacción de sus respuestas?

Son adecuadas: \_\_\_ Poco adecuadas: \_\_\_ Inadecuadas: \_\_\_

Por favor, indique las razones:

---



---

4. Califique los ítems según un criterio de precisión y relevancia para el objetivo del instrumento de recolección de datos.

Ítem	Precisión			Relevancia		
	Muy precisa	Poco precisa	No es precisa	Muy relevante	Poco Relevante	Irrelevante
<b>1er hoja (inspección visual)</b>						
<b>2da hoja (observación del ensayo)</b>						

5. ¿Qué sugerencias haría Ud. ¿Para mejorar el instrumento de recolección de datos?

---

Le agradecemos por su colaboración.

Fecha de evaluación:

**Firma del experto**

## ANEXO 02

### GUIA DE OBSERVACION-01

TESIS: DISEÑO DE UN SISTEMA DE MEDICIÓN REMOTO DE ENERGÍA ELÉCTRICA, TARIFA BT5, PARA REDUCIR COSTOS OPERATIVOS EN HERZAB S.A.C-PIURA 2018.

TESISTA: REYES FERMIN CIPRIANO

INSTRUCCIONES: LLENAR LOS CAMPOS SOLICITADOS, DE ACUERDO A DATOS DE ADMINISTRACIÓN DE LA EMPRESA Y DE RECIBOS DE USUARIOS, DE LOS AÑOS, 2014, 2015, 2016

	N° DE REGISTRADORES	N° DE MEDICIONES POR DÍA	LECTURAS ERRADAS	N° DE MEDICIONES NO REGISTRADAS
ENE-16				
FEB-16				
MAR-16				
ABR-16				
MAY-16				
JUN-16				
JUL-16				
AGO-16				
SEP-16				
OCT-16				
NOV-16				
DIC-16				

## GUIA DE OBSERVACION-02

TESIS: DISEÑO DE UN SISTEMA DE MEDICIÓN REMOTO DE ENERGÍA ELÉCTRICA, TARIFA BT5, PARA REDUCIR COSTOS OPERATIVOS EN HERZAB S.A.C-PIURA 2018.

TESISTA: REYES FERMIN CIPRIANO

INSTRUCCIONES: LLENAR LOS CAMPOS SOLICITADOS, DE ACUERDO A DATOS DE ADMINISTRACIÓN DE LA EMPRESA Y DE RECIBOS DE USUARIOS, DE LOS AÑOS, 2014, 2015, 2016

	Nº DE REGISTRADORES	SALARIO POR REGISTRADOR	Nº HORAS DE REGISTRO	COSTO TOTAL POR REGISTRO DE MEDICIÓN
ENE-16				
FEB-16				
MAR-16				
ABR-16				
MAY-16				
JUN-16				
JUL-16				
AGO-16				
SEP-16				
OCT-16				
NOV-16				
DIC-16				

**ANEXO 03**

**TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL**

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN AGUSTÍN DE AREQUIPA  
FACULTAD DE INGENIERÍA DE PRODUCCIÓN Y SERVICIOS  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA ELÉCTRICA



**\*ANÁLISIS DE NUEVO SISTEMA DE MEDICIÓN CENTRALIZADA DE ENERGÍA ELÉCTRICA CON MEDIDORES INTELIGENTES EN ÁREA DE LA REGIÓN AREQUIPA\***

**TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL**

Presentado por el:  
Bachiller ZEGARRA PINTO MIGUEL ANGEL

Para optar el Título Profesional de:  
INGENIERO ELECTRICISTA

AREQUIPA – PERÚ  
2017

## CONCLUSIONES

Para ser consistente con los análisis realizados hasta ahora, y comparando con los resultados obtenidos en los últimos años, se percibe que el costo de implementar y operar nuevos sistemas de medición, junto con análisis de los beneficios que pudieran percibirse tanto por parte de la empresa distribuidora como de los usuarios son positivos. Además, se ha realizado un análisis de largo plazo, con el fin de estimar en qué medida la respuesta de los clientes ante nuevos estímulos podría afectar la operación del mercado eléctrico. En particular, se estudió la variación que se podría observar en los niveles de precio, costos y descuentos que se podría considerar ya que se realiza trabajos de forma remota, ingresos.

Con el plan piloto de las torres de la Alamed se espera que la Empresa distribuidora SEAL tenga importantes mejoras en el área del control de Pérdidas Técnicas, debido a que los medidores inteligentes estarán constantemente enviando datos sobre las lecturas de consumo de los clientes, alarmas sobre eventos, y el estado de la red; también se puede controlar las pérdidas no técnicas provocadas por la manipulación de los medidores, que hasta la aparición de los equipos de medición inteligente no se realizaba adecuadamente.

Los medidores inteligentes ofrecen una solución efectiva a los problemas de lecturas no tomadas, o mal tomadas, debidas principalmente a la dificultad de acceso y al tiempo que estas conllevan en determinados sectores como es el caso particular de los usuarios de la zona rural.

Se espera que exista un mejor rendimiento en el área de comercialización debido a que las lecturas serán confiables.

**Instituto Tecnológico de Costa Rica**



**Escuela de Ingeniería Electrónica**



**SISTEMA DE LECTURA REMOTA  
PARA EL CONSUMO DE ENERGÍA  
EN CLIENTES RESIDENCIALES**

**Informe de Proyecto de Graduación para optar por el título de  
Ingeniero en Electrónica con el grado académico de Licenciatura**

**Marco Calderón Bonilla**

**Cartago, Junio 2012**

#### 4.4 Implementación de la solución

Este apartado constituye una breve descripción de los procesos y actividades necesarias para llevar a cabo el desarrollo de la propuesta. Serán referidos de manera general; cada procedimiento se explicará a detalle en las secciones respectivas durante el capítulo 5 de este documento.

##### Procedimiento para implementación

La estructura para concretar el desarrollo del proyecto se centra en tres procedimientos:

- Instalación adecuada de cada medidor de energía CENTRON con su respectivo módulo de comunicación R300.
- Instalación e interfaz de comunicación adecuada del colector de información CCU (*Cell Control Unit*)
- Configuración e instalación del software de control y administración (*ChoiceConnect*)

Cada actividad es independiente por lo que sí puede realizarse en paralelo y al final integrar las tres etapas. Sin embargo, por un sentido cronológico se iniciará con el orden con que fueron expuestos. En la siguiente figura se muestra el diagrama modular de primer nivel en el que se exponen los tres procesos antes mencionados.

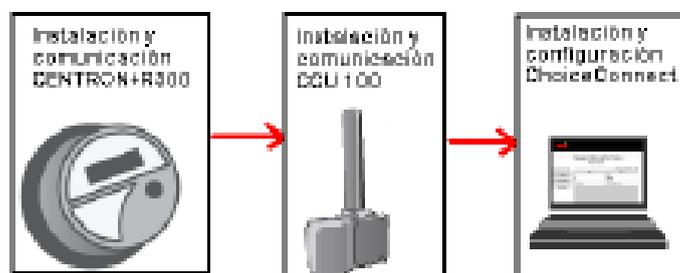


Figura 4.5. Diagrama modular nivel 1 - Procedimiento de Implementación e Integración de la propuesta de medición y comunicación RF CENTRON.

El diagrama anterior es a lo que se le conoce como *Fixed Network*. A lo largo del capítulo 5, cada módulo será descrito con mayor detalle.

**PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR**



**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**MAESTRÍA EN REDES DE COMUNICACIONES**

**INVESTIGACIÓN PREVIA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE MAESTRÍA**

**"DISEÑO DE LA RED DE TELECOMUNICACIONES PARA EL SISTEMA DE  
MEDICIÓN AVANZADA (AMI) DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN EL CENTRO  
HISTÓRICO DE LA CIUDAD CUENCA"**

**CABRERA MEJÍA JAVER BERNARDO**

**QUITO, MARZO 2014**

## 1.2 Antecedentes

Para IEEE, la red eléctrica inteligente es vista como un "sistema de sistemas", complejo y hecho para sistemas interrelacionados, donde cada dominio de NIST por sus siglas del Inglés (*National Institute Standards and Technology*), es ampliado en tres capas: 1) la capa de sistemas de energía, 2) la capa de comunicaciones y 3) la capa de tecnología de la Información y computación [1], denominado Modelo de Referencia para la Interoperabilidad de la Red Eléctrica Inteligente (SGIRM por sus siglas del Inglés *Smart Grid Interoperability Reference Model*) detallado en el IEEE Std 2030 [2].

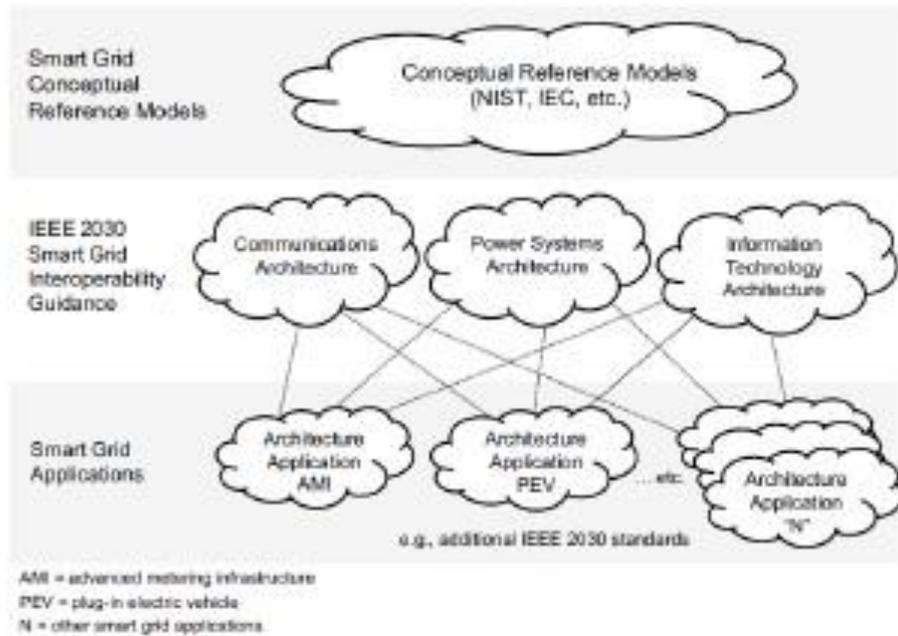


Figura 1. Smart Grid, modelo NIST y IEEE St 2030-2011. Caso AMI<sup>1</sup>

<sup>1</sup> IEEE Guide for Smart Grid Interoperability of Energy Technology and Information Technology Operation with the Electric Power System (EPS), End - Use Applications, and loads

# **UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCABELICA**

(Creada por la Ley N° 25265)



**FACULTAD DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA - SISTEMAS  
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE ELECTRÓNICA**

## **TESIS**

**"SISTEMA REMOTO EN RED MULTIPUNTO PARA LAS  
MEDIDAS DE CONSUMO DE ENERGÍA ELÉCTRICA  
DOMICILIARIA"**

**LINEA DE INVESTIGACIÓN**  
Control y Automatización

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO ELECTRÓNICO**

**PRESENTADO POR LOS BACHILLERES:**

Alejandro HUAMANYALLI CASTILLON

Jorge Armando RUA FLORES

**HUANCABELICA - PERÚ**

**2014**

### **Conclusión**

El sistema de medición remota en red multipunto, adquiere la medida del consumo de energía eléctrica domiciliaria, con una efectividad mayor al 99 %, para su facturación.

### **4.2 Discusión**

Al "SISTEMA REMOTO EN RED MULTIPUNTO PARA LAS MEDIDAS DE CONSUMO DE ENERGÍA ELÉCTRICA DOMICILIARIA", implementado y conformado por: La estación central y el módulo del medidor remoto; que utiliza para la comunicación inalámbrica los módulos de RF con modulación y demodulación ASK; se le realizaron las pruebas experimentales demostrado que cumple con los objetivos planteados en la presente tesis y que están justificados por el aspecto social, tecnológico y económico.

Como toda investigación siempre es un precedente para desarrollar otra mejor. En nuestro caso el proyecto implementado tiene ventajas limitadas, claro, con posibilidades de mejorar y hacer más eficiente el funcionamiento.

Es así que en este caso la información consta solo de los datos para la identificación, adquisición del consumo y reenvío en caso de errores; que son importantes pero no suficientes para una buena adquisición remota y su respectiva facturación, para el caso de las grandes ciudades. Lo ideal sería compartir una información completa basada en datos que incluya la verificación de canal, enrutamiento, tiempo de respuesta, latencia y redundancia en caso de errores; para hacer esto posible el sistema debe contar con otro sistema inalámbrico de mejores prestaciones, los cuales pueden ser configurados y probados con su propio software, como la tecnología Zigbee, Wi-Fi o telefonía móvil. Nuestro sistema tiene la posibilidad de dotarse de uno de estos sistemas, pero para el caso de nuestra investigación creemos suficiente la propuesta hecha.

La motivación fundamental para el desarrollo de esta tesis es incentivar a muchos estudiantes e investigadores a desarrollar más aplicaciones utilizando esta tecnología por muchas razones entre ellas que no necesitamos implementar un

**UNIVERSIDAD NACIONAL TECNOLÓGICA DE LIMA SUR**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA, ELECTRÓNICA Y**  
**AMBIENTAL**  
**CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA Y**  
**ELÉCTRICA**



**“CONCENTRADORES ELÉCTRICOS APLICADO A UN SISTEMA  
REMOTO DE MEDICIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA PARA EL  
CONJUNTO RESIDENCIAL ARTECO SANTA CLARA ATE - LIMA”**

**TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL**

Para optar el Título Profesional de  
**INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA**

**PRESENTADO POR EL BACHILLER**  
**YUJRA YUJRA ELVIS ALEXANDER**

**Villa El Salvador**

**2016**

## CONCLUSIONES

Los sistemas de concentradores eléctricos son una buena alternativa de remplazo frente a los sistemas de medición convencional aplicados a un sistema remoto de medición de energía eléctrica, tal como se mostró en la implementación. Estos equipos pueden monitorear, administrar los parámetros eléctricos existentes, realizando múltiples operación de forma remota. Así también ofrece múltiples ventajas como el ahorro de espacio, la calidad de energía registrada y minimizando las pérdidas al realizar la lectura del suministro ya que todo ello se realiza de forma remota y en tiempo real.

La instalación en campo de los concentradores es relativamente sencilla, basta con adosar o empotrar el tablero concentrador, instalar la acometida al interruptor principal y por último instalar los cables internos de los departamentos a su respectivo interruptor termomagnético. No requiere de accesorios ni materiales eléctricos adicionales a los empleados en los sistemas tradicionales.

Estos sistemas de medición por concentradores son aplicados exclusivamente para usos donde se requiera niveles de corriente no mayor a los 100 Amp. para sistemas trifásicos y no mayor 50 Amp. para sistemas monofásicos, ya que estos equipos de medición poseen un rango de corriente máxima admisible de trabajo. Por ello estos equipos de medición son ideales para departamentos o usos en donde la capacidad de corriente requerida no exceda este rango.



# FORMULARIO DE AUTORIZACIÓN PARA LA PUBLICACIÓN ELECTRÓNICA DE LAS TESIS

## 1. DATOS PERSONALES

Apellidos y Nombres: (solo los datos del que autoriza)

REYES FERRIN CIPRIANO  
D.N.I. : 47441294  
Domicilio : CARRERA URBANA DE INGENIERIA N° 11 17  
Teléfono : Fijo : Móvil : 992029514  
E-mail : reyesferrin1688@hotmail.com

## 2. IDENTIFICACIÓN DE LA TESIS

Modalidad:

Tesis de Pregrado

Facultad : INGENIERIA  
Escuela : PROFESIONAL DE INGENIERIA  
Carrera : MECANICA ELECTRICA  
Título : INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA

Tesis de Post Grado

Maestría

Doctorado

Grado :  
Mención :

## 3. DATOS DE LA TESIS

Autor (es) Apellidos y Nombres:

REYES FERRIN CIPRIANO

Título de la tesis:

DISEÑO DE UN SISTEMA DE MEDICIÓN REMOTO DE ENERGÍA ELÉCTRICA (TARIFA B1S) PARA REDUCIR COSTOS OPERATIVOS EN HERZAB S.A. (AÑO 2018)

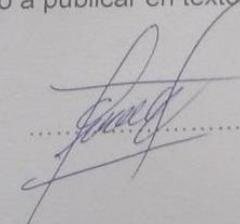
Año de publicación : 2018

## 4. AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE LA TESIS EN VERSIÓN ELECTRÓNICA:

A través del presente documento,

Si autorizo a publicar en texto completo mi tesis.

No autorizo a publicar en texto completo mi tesis.

Firma : 

Fecha : 28-01-19

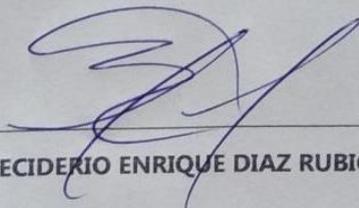
## ACTA DE APROBACION DE ORIGINALIDAD DE TESIS

YO, Ing **DECIDERIO ENRIQUE DIAZ RUBIO**, docente de la Facultad de Ingenieria de la ucv – Filial Chiclayo, y revisor del trabajo academico (Tesis) titulado: **“DISEÑO DE UN SISTEMA DE MEDICIÓN REMOTO DE ENERGÍA ELÉCTRICA, TARIFA BT5, PARA REDUCIR COSTOS OPERATIVOS EN HERZAB S.A.C-PIURA 2018”** del bachiller de la Escuela profesional de Ingenieria mecanica electrica:

### CIPRIANO REYES FERMIN

Que el citado trabajo academico tiene un indice de similitud *22%*, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, grado de coincidencias irrelevante que convierte el trabajo en aceptable y no constituye plagio, en tanto cumple con todas las normas del uso de citas y referencias establecidas por la universidad cesar vallejo.

Chiclayo, 18 de enero del 2019



Ing. **DECIDERIO ENRIQUE DIAZ RUBIO**

Docente de la facultad de ingenieria de la UCV



# UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

## AUTORIZACIÓN DE LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

CONSTE POR EL PRESENTE EL VISTO BUENO QUE OTORGA EL ENCARGADO DE INVESTIGACIÓN DE  
EP DE INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA

A LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN QUE PRESENTA:

REYES FERMIN CIPRIANO

INFORME TÍTULADO:

DISEÑO DE UN SISTEMA DE MEDICIÓN REMOTO DE ENERGÍA ELÉCTRICA, TARIFA BTS, PARA  
REDUCIR COSTOS OPERATIVOS DE HERZAB S.A.C – PIURA 2018

PARA OBTENER EL TÍTULO O GRADO DE:

**INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA**

---

SUSTENTADO EN FECHA: 19/12/2018

NOTA O MENCIÓN: APROBADO POR MAYORÍA



FIRMA DEL ENCARGADO DE INVESTIGACIÓN