

UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE



Facultad De Ingeniería En Ciencias Aplicadas

Carrera De Ingeniería En Mantenimiento Eléctrico

DESARROLLO DE UN PROTOTIPO DE MEDIDOR DE ENERGÍA PREPAGO.

Trabajo de grado presentado ante la Universidad Técnica del Norte previo a la obtención del título de grado de Ingeniero en Mantenimiento Eléctrico.

Autor:

Jean Pierre Pazmiño Pérez

Director:

MSc. Francisco Roberto Naranjo Cobo

Ibarra – Ecuador

Diciembre 2019



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS

Cesión de derechos de autor del trabajo a favor de la Universidad Técnica del Norte

Yo, Jean Pierre Pazmiño Pérez, con cedula de identidad No. 100396074-5, manifiesto mi voluntad de ceder a la Universidad Técnica del Norte los derechos patrimoniales consagrados en la ley de propiedad intelectual del Ecuador, artículo 4, 5 y 6 en calidad de autor del trabajo de grado denominado **“DESARROLLO DE UN PROTOTIPO DE MEDIDOR DE ENERGÍA PREPAGO”**. Que ha sido desarrollado para optar por el título de Ingeniero en Mantenimiento Eléctrico quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente. En mi condición de autor me reservo los derechos morales de la obra antes mencionada, aclarando que el trabajo aquí descrito es de mi autoría y que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional. En concordancia suscribo este documento en el momento que hago entrega del trabajo final en formato impreso y digital a la biblioteca de la Universidad Técnica del Norte.

.....
Firma

Pazmiño Pérez Jean Pierre

Cédula: 1003960745

Ibarra, Diciembre 2019



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS

Certificación del director del trabajo

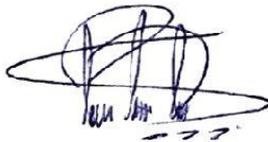
Yo Francisco Roberto Naranjo Cobo en calidad de Tutor del señor estudiante, Pazmiño Pérez Jean Pierre certifico que ha cumplido con las normas establecidas en la elaboración del trabajo de investigación titulado: **"DESARROLLO DE UN PROTOTIPO DE MEDIDOR DE ENERGÍA PREPAGO"**. Para la obtención del título de Ingeniero en Mantenimiento Eléctrico; aprobando la defensa, impresión y empastado.

MSc. Francisco Roberto Naranjo Cobo

DIRECTOR DE TRABAJO DE GRADO

Autoría

Yo, Jean Pierre Pazmiño Pérez, portador de la cédula de ciudadanía N° 1003960745 declaro bajo juramento que el presente trabajo es de mi autoría “**DESARROLLO DE UN PROTOTIPO DE MEDIDOR DE ENERGÍA PREPAGO.**” y los resultados de la investigación son de mi total responsabilidad, además que no ha sido presentado previamente para ningún grado ni calificación profesional; y que he respetado las diferentes fuentes de información.



Jean Pierre Pazmiño Pérez

1003960745



UNIVERSIDAD TECNICA DEL NORTE

BIBLIOTECA UNIVERSITARIA

Autorización de uso y publicación a favor de la Universidad Técnica del Norte

1. Identificación de la obra

En cumplimiento del Art. 144 de la Ley de Educación Superior, hago la entrega del presente trabajo a la Universidad Técnica del Norte para que sea publicado en el Repositorio Digital Institucional, para lo cual pongo a disposición la siguiente información:

DATOS DE CONTACTO	
Cedula de Identidad	100396074-5
Apellidos y Nombres	Pazmiño Pérez Jean Pierre
Direccion	Calle Los Pinos 1-43 y Quilago
Email	jean_pierre_1995@hotmail.com
Telefono Movil	0994409637
DATOS DE LA OBRA	
Título	DESARROLLO DE UN PROTOTIPO DE MEDIDOR DE ENERGÍA PREPAGO.
Autor	Pazmiño Pérez Jean Pierre
Fecha	03 de Noviembre del 2019
Programa	Pregrado
Titulo por el que Aspira	Ingeniería en Mantenimiento Eléctrico
Director	MSc. Francisco Naranjo

2. Constancia

El autor manifiesta que la obra objeto de la presente autorización es original y se la desarrollo sin violar derechos de autor de terceros, por lo tanto, la obra es original y que es titular de los derechos patrimoniales, por lo que asume la responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldrá en defensa de la Universidad Técnica del Norte, en caso de reclamación por parte de terceros.



Handwritten signature of Jean Pierre Pazmiño Pérez, consisting of several overlapping loops and a horizontal line at the bottom.

.....
Firma

Nombre: Jean Pierre Pazmiño Pérez

Cédula: 100396074-5

Ibarra, 05 de Diciembre del 2019.

Dedicatoria

Quiero dedicar el presente trabajo a mi padre, Marco Pazmiño, quien mediante su ejemplo de sacrificio y superación, me ha transmitido las mejores enseñanzas de vida para salir adelante y superarme cada día.

A mi madre, Sonia Pérez, quién con su amor, sacrificio y ternura, ha estado presente en cada momento de mi vida, y gracias a su confianza y apoyo incondicional me ha impulsado a seguir adelante en cada meta propuesta.

A mis hermanas, Yajaira y Lizeth, que desde que están a mi lado me han brindado inmensos momentos de alegría y quienes son parte esencial en mi vida.

Agradecimiento

Agradezco en primer lugar a mis padres, por su confianza y apoyo incondicional en cada una de las etapas de mi vida.

A la Universidad Técnica del Norte especialmente a la Facultad de Ingeniería en Ciencias Aplicadas, especialidad Mantenimiento Eléctrico.

Así como a los distinguidos catedráticos de la Facultad quienes depositaron en mí sus valiosos conocimientos

Jean Pierre Pazmiño

Tabla de Contenido

Cesión de derechos de autor del trabajo a favor de la Universidad Técnica del Norte	ii
Certificación del director del trabajo	iii
Autoría	iv
Autorización de uso y publicación a favor de la Universidad Técnica del Norte.....	v
1. Identificación de la obra.....	v
2. Constancia	vi
Dedicatoria.....	vii
Agradecimiento.....	viii
Tabla de Contenido.....	ix
Índice de figuras.....	xii
Índice de tablas.....	xiv
Resumen	xv
Abstract.....	xvi
Introducción	xvii
A1. Contextualización.....	xvii
A2. Planteamiento del problema.....	xviii
A3. Justificación del trabajo.....	xviii
A4. Alcance del proyecto.....	xix
A5. Viabilidad del trabajo.....	xix
A6. Objetivo general.....	xx
A7. Objetivos específicos	xx
CAPÍTULO 1.....	21
1. Marco Teórico	21
1.1. Energía eléctrica.....	21
1.2. Medidores de consumo de energía eléctrica	21
1.2.1. Antecedentes	21
1.2.2. Medidores de energía eléctrica	22
1.3. Tipos de Medidores de energía	23
1.3.1. Medidor electromecánico	23
1.3.2. Medidor digital.....	23
1.3.3. Medidores electrónicos monofásicos digitales.....	23
1.3.4. Medidor prepago.....	24
1.4. Cobro del consumo de Energía Eléctrica Residencial.....	26
1.4.1. Tarifas para cobro de consumo eléctrico en función del rango de consumo.....	26
1.5. Sistemas de prepago.....	27

1.5.1. Ventajas de los sistemas de medición de prepago	27
1.5.2. Beneficios que tiene el sistema prepago	28
1.6. Comparación entre las tarjetas inteligentes y las fichas con números encriptados ...	29
1.7. Implementación de un sistema de prepago	29
1.7.1. Criptografía	29
1.7.2. Algoritmos de encriptación	29
1.8. Experiencia en la implementación de medidores prepago en Ecuador y el mundo.	31
1.9. Energía prepago es una alternativa beneficiosa	31
1.9.1. Impacto social	31
1.9.2. Impacto técnico.....	31
1.10. Funcionamiento de un medidor eléctrico digital de prepago	32
1.10.1. Descripción del funcionamiento.....	32
1.11. Microcontroladores	32
1.11.1. Microcontrolador stm32f103c8t6	33
1.11.2. Microcontrolador Stm32f103c8t6 vs Arduino micro	34
CAPÍTULO 2.....	35
2. Desarrollo.....	35
2.1. Introducción.....	35
2.2. Materiales, software utilizado.....	35
2.2.1. Hardware del medidor	35
2.2.2. Software del medidor	43
2.3. Métodos.....	46
2.4. Construcción del medidor	47
2.4.1. Colocación de los elementos.....	47
2.4.2. Diseño de pantallas.....	49
2.5. Pruebas de funcionamiento	50
2.6. Análisis de mediciones	50
2.6.1. Medición de tensión:	50
2.6.2. Medición de corriente:	51
2.6.3. Calculo de potencia Aparente:	51
2.7. Historial de mediciones.....	52
2.8. Cálculo de consumo	55
2.9. Contador inverso en función de recarga	57
2.9.1. Codificación para la aplicación que genera el código único de recarga.....	58
2.10. Despliegue de alarmas	59
2.11. Comparación entre prototipo de medidor energía prepago vs medidor comercial...	63
CAPÍTULO 3.....	66

3. Resultados	66
3.1. Comparación de mediciones con instrumentos de medida:	67
3.2. Pruebas de funcionamiento.	69
3.2.1. Prueba con carga de 1 luminaria sin interruptor:	69
3.2.2. Prueba con carga de 1 luminaria con interruptor:	69
3.2.3. Prueba con carga de 4 luminarias sin interruptor:	70
3.2.4. Prueba con carga de 4 luminarias con interruptor:	70
3.2.5. Prueba de detección de manipulación indebida del medidor:	70
3.2.6. Prueba de almacenamiento de datos:	71
3.2.7. Extracción de memoria micro SD:	71
3.3. Graficas obtenidas.....	72
Conclusiones:	75
Recomendaciones:	76
Bibliografía.....	77
Anexos.....	82
Anexo A.....	82
Anexo B.....	91
Anexo C	94
Anexo D	98
Anexo E.....	136

Índice de figuras

Fig. 1 Medidor de energía prepago utilizado por EMELNORTE	22
Fig. 2 Contador de energía electromecánico.....	23
Fig. 3 Cargo Tarifario según la Agencia de Regulación y Control de Electricidad.	27
Fig. 4 Cifrado simétrico	30
Fig. 5 Cifrado asimétrico	30
Fig. 6 Diagrama de bloques del medidor eléctrico digital de prepago.....	32
Fig. 7 Microcontrolador stm32.....	33
Fig. 8 Microcontrolador stm32f103c8t6.	36
Fig. 9 LCD 2004.....	36
Fig. 10 Transformador de corriente SCT 013.	37
Fig. 11 Esquema de conexión del teclado matricial.....	38
Fig. 12 Teclado matricial 4x4.	38
Fig. 13 Módulo RTC DS3231.	38
Fig. 14 Led de alta luminosidad	39
Fig. 15 Buzzer.....	39
Fig. 16 Módulo micro SD.....	40
Fig. 17 Módulo ADC ADS 1115.....	40
Fig. 18 Módulo ADC ADS 1115.....	41
Fig. 19 Bluetooth hc-05.....	41
Fig. 20 Power supply S-36-12.....	41
Fig. 21 Relé JQX – 15F 1CS.....	42
Fig. 22 Convertidor de voltaje DC - DC LM2596	42
Fig. 23 Inclusión de librerías.	44
Fig. 24 Pantalla de bienvenida al conectar a la red eléctrica.	44
Fig. 25 Programa Visual Studio 2019.....	45
Fig. 26 Espacios de nombres que la aplicación usará frecuentemente	45
Fig. 27 Ubicación de la base de datos.	45
Fig. 28 Desactivación de parámetros	45
Fig. 29 Aplicación desarrollada en Visual Studio 2019 para realizar recargas en el medidor de energía prepago.....	46
Fig. 30 Construcción del medidor de Energía Prepago.	47
Fig. 31 Diseño de montaje de elementos.	47
Fig. 32 Diseño medidor de energía en KiCad.....	48
Fig. 33 Modelado del medidor de energía.....	48
Fig. 34 Diseño de la placa del medidor de energía prepago.....	49

Fig. 35 Pantalla 1 del medidor.....	49
Fig. 36 Pantalla 2 del medidor.....	49
Fig. 37 Conexión del medidor armado en protoboard.....	50
Fig. 38 Pruebas de funcionamiento del medidor armado en protoboard	50
Fig. 39 Esquema del sistema de medición de voltaje.....	51
Fig. 40 Esquema del sistema de medición de voltaje.....	51
Fig. 41 Consumo y saldo del medidor de energía a las 11:31am.....	52
Fig. 42 Potencia generada por la luminaria conectada a las 11:31am.....	52
Fig. 43 Consumo y saldo del medidor de energía a la 11:47am.....	53
Fig. 44 Comparación de la medición de voltaje del medidor y un multímetro Fluke 117 el día 23/10/2019 a las 17:54horas.....	53
Fig. 45 Consumo y saldo del medidor de energía el día 23/10/2019 a las 18:29pm.....	53
Fig. 46 Comparación de medición de voltaje del medidor y un multímetro el día 24/10/2019 a las 11:34hrs.....	54
Fig. 47 Consumo y saldo del medidor de energía el día 23/10/2019 a las 18:35pm.....	54
Fig. 48 Consumo y saldo del medidor de energía el día 23/10/2019 a las 11:31am.....	55
Fig. 49 Consumo y saldo del medidor de energía el día 23/10/2019 a las 11:47am.....	55
Fig. 50 Datos que indica el medidor de energía prepago.....	57
Fig. 51 Alarma del medidor al manipular sin autorización el medidor	59
Fig. 52 Indicador de ingreso de clave para recarga de saldo	60
Fig. 53 Indicador de ingreso de clave de 20 dígitos para recarga de saldo	60
Fig. 54 Indicador de clave correcta	61
Fig. 55 Indicador de ingreso de clave incorrecta	61
Fig. 56 Indicador de bloqueo del sistema por ingresar el código 3 veces erróneamente.....	62
Fig. 57 Indicador de bloqueo del sistema por extraer la memoria micro SD.....	62
Fig. 58. Conexión serie de 2 medidores de energía.....	63
Fig. 59. Valores tomados luego de un lapso de tiempo	64
Fig. 60 Conexión de 3 luminarias hacia el medidor.....	66
Fig. 61 Datos del medidor en Bloc de notas.....	67
Fig. 62 Medición de corriente con una pinza amperimétrica Fluke 327.....	67
Fig. 63 Voltaje medido con una pinza amperimétrica Fluke 321.....	68
Fig. 64 Voltaje medido con un multímetro.....	68
Fig. 65 Carga de 1 luminaria conectada al medidor.....	69
Fig. 66 Carga conectada al medidor de energía prepago.....	69
Fig. 67 Luminarias sin interruptor conectadas al medidor.....	70
Fig. 68 Carga de 4 luminarias conectadas al medidor.....	70
Fig. 69 Revisión no autorizada del medidor.....	71

Fig. 70 Memoria micro SD extraída del medidor.	72
Fig. 71 Voltaje del sistema.	72
Fig. 72 Corriente del sistema.	73
Fig. 73 Corriente en función de fecha actual.	73
Fig. 74 Voltaje en función de fecha actual.....	74
Fig. 75 Consumo en función del saldo	74

Índice de tablas

Comparación STM32F103C8T6 VS Arduino Micro	34
Saldo en dólares en función de consumo (kWh).	56
Consumo en kWh en función del saldo y rango de consumo	57
Consumo en kWh de los 2 medidores.....	64
Datos de la Memoria micro SD	71

Resumen

El presente trabajo de grado tiene como finalidad el diseño, construcción y funcionamiento de un medidor de energía prepago el cual está conectado a la red eléctrica monofásica, con la finalidad de evitar el hurto de energía y bajar el índice de morosidad de los usuarios en el servicio eléctrico; además que el usuario realice su pago anticipado de energía mediante una recarga del valor que el cliente desee a fin de que pueda consumir energía eléctrica sin ninguna restricción.

El prototipo diseñado tiene la capacidad de indicar al usuario mediante la pantalla LCD incorporada valores de tensión, corriente, potencia, y consumo que está generando su domicilio además que puede observar el saldo que dispone en su medidor para que así cuando lo requiera pueda realizar su recarga de forma anticipada para que exista un corte del servicio eléctrico.

El prototipo de Medidor de Energía Prepago consta de dos partes fundamentales: el software el cual tiene que ver con la programación del prototipo en la cual interviene el microcontrolador Stm32F103C8T6 como controlador del sistema y el hardware, el cual consiste en la construcción del medidor donde están tanto elementos eléctricos como electrónicos.

Arduino IDE y Visual Studio 2019 se definieron como los softwares para desarrollar el trabajo, ya que se comunican perfectamente con el microcontrolador Stm32f103c8t6 y que permite realizar la recarga de saldo al medidor.

Palabras clave: medidor, prepago, LCD, tensión, corriente, potencia, consumo, prototipo.

Abstract

This degree work, to establish an improvement construction and operation of a prepaid energy meter which is connected to the single-phase electrical network. In order to avoid the damage of energy and lower the delinquency rate of the users in the electrical service in addition to the user making their advance payment of energy by means of a recharge of the value that the client wishes in order to be able to consume electrical energy Without any restrictions.

The designed prototype has the ability to indicate to the user through the LCD screen built-in values of voltage, current, power and consumption that your home is generating, in addition to that you can observe the balance you have in your meter for when necessary, we can Make a recharge in advance so that there are no power outages.

The prototype of an energy meter consists of two fundamental parts: the software that has to do with the programming of the prototype in which the Stm32F103C8T6 microcontroller intervenes as a system controller and the hardware, which consists of the construction of the meter where they are both electrical and electronic elements.

Arduino IDE and Visual Studio 2019 were defined as the software to develop the work, since they communicate perfectly with the Stm32f103c8t6 microcontroller and that allows the balance to be recharged to the meter.

Keywords: meter, prepaid, LCD, voltage, current, power, consumption, prototype.

Introducción

A1. Contextualización

La mayoría de políticas de gestión de las Empresas Distribuidoras de energía eléctrica a nivel mundial, están enfocadas en disminuir las pérdidas de energía y optimizar los índices de calidad del servicio; (Parrales A. Tomas S., Estudio para la implementación de un sistema de medición de energía eléctrica Pre-Pagada, en los bloques del Banco Ecuatoriano de la vivienda, Babahoyo, Calle Martín Icaza, 2012)

La Universidad de Cuenca en el 2016, presenta como tesis de Jairo A. Armijos A., Álvaro D. Pesántez A., Diseño de un medidor inteligente con funciones de respuesta a la demanda en infraestructuras de medición avanzada; donde se afirma que: “Unidades de generación grandes, transmiten la energía por redes de alta tensión con extensiones de cientos de kilómetros, hasta llegar a los consumidores a través de los sistemas de distribución en bajo voltaje.”

En Quito se presenta un estudio de la Escuela Politécnica Nacional con el tema: Implementación de un medidor de consumo eléctrico residencial para facturación vía Internet de (Milton R. Morales N., 2013); quien afirma dentro de su estudio que: “La medición de la energía es el proceso más significativo dentro de la comercialización, lo cual significa que la selección, operación y mantenimiento de los medidores merecen especial atención, para evitar errores que se pueden convertir en pérdidas de energía con perjuicios para las empresas de comercialización, distribución, transmisión y generación de energía eléctrica.”

El primer lugar donde se implementó la venta de energía prepago fue Gran Bretaña, pero donde se difundió como ejemplo fue en Sudáfrica que lo implementa desde hace más de una década, para elevar el nivel de electrificación sobre todo en las zonas más alejadas a los centros de consumo. (Parrales A. Tomas S., Estudio para la implementación de un sistema de medición de energía eléctrica Pre-Pagada, en los bloques del Banco Ecuatoriano de la vivienda, Babahoyo, Calle Martín Icaza, 2012)

Durante los últimos años, las industrias en el mundo han venido fabricando medidores de energía eléctrica prepago incrementando su familiaridad con la electrónica. En el año 1993 CASHPOWER, industria de origen South Africano inició la comercialización de los medidores prepago marca CASHPOWER. (Cashpower.com, s.f.)

En Ecuador el proyecto de Medidores Prepago, comenzó de manera piloto en Santo Domingo de los Tsáchilas y en el cantón Milagro, en dichas distribuidoras la implementación ha

demostrado una plena factibilidad operativa y rentabilidad en la venta de energía eléctrica. (Parrales A. Tomas S., Estudio para la implementacion de un sistema de medicion de energía eléctrica Pre-Pagada, en los bloques del Banco Ecuatoriano de la vivienda, Babahoyo, Calle Martín Icaza, 2012)

El sistema prepago se ha convertido en un impulsador verdadero del desarrollo brindando ahorro y bienestar para familias de bajos recursos.

En una entrevista Ramiro Flores, director comercial de EMELNORTE, indica que: “Cada arrendatario podrá cargar a su medidor lo que requiera, de esta manera el dueño de casa no podrá preocuparse si su inquilino adeuda o no, más bien puede salir beneficiado porque podría quedar saldo a su favor,” (Norte, 2012)

En su publicación (Hora, Se implementa luz prepago en el Valle del Chota, 2012) menciona que: “El toquen es un sistema de medición que permite el ingreso de la recarga (número de serie) a través de un teclado. Este no se puede falsificar, es único.”

A2. Planteamiento del problema

Empresa Eléctrica Regional del Norte, está enfocada en reducir los altos índices de pérdidas no técnicas de energía eléctrica, ya que estas bloquean el correcto funcionamiento de la empresa distribuidora, y a su vez pueden producir perdidas económicas.

Las pérdidas no técnicas son producidas en gran parte por hurto que no es más que la intervención de los usuarios de forma ilegal antes del medidor, en la acometida o por conexiones directas a la red, debido a que son de fácil acceso y por lo tanto se vuelven muy sensibles.

Uno de los principales problemas de los usuarios es no poder controlar su consumo de energía eléctrica, lo cual conlleva a que los costos en el recibo de luz sean muy elevados.

EL PROBLEMA

¿Es posible desarrollar un prototipo de medidor de energía prepago?

A3. Justificación del trabajo

Con el prototipo a diseñar se logrará obtener un control del consumo de energía eléctrica, en el cual el usuario obtendrá energía mediante una recarga la cual contara con un código único se le facilitara al usuario. El medidor de energía prepago tendrá como beneficio la compra anticipada de energía eléctrica, en el cual el usuario es el principal beneficiado, ya que el

medidor solo podrá ser monitoreado por el cliente de cada medidor, a fin de minimizar costos y obtener un servicio eléctrico eficiente.

El proyecto puede servir como referencia para planes de reducción de pérdidas de energía a corto y largo plazo.

A4. Alcance del proyecto

El presente trabajo consiste en desarrollar un hardware y software para el desarrollo de un prototipo de medidor de energía prepago, el cual contiene elementos necesarios para el desarrollo del mismo.

Es así que se plantea el desarrollo de un hardware y software, capaz de controlar el consumo de energía a los usuarios que utilizan el servicio eléctrico mediante un código único que se proporcionara al usuario.

Este prototipo será capaz de informar al usuario por medio de una señal luminosa y auditiva la terminación de la carga. Una vez terminada la energía pre-pagada, el prototipo cortará el servicio eléctrico hasta que el usuario vuelva a realizar una recarga; la misma que se obtendrá a partir de un código único que se le proporcionara al usuario.

A5. Viabilidad del trabajo

El presente proyecto contará con respaldo de información, con la que se evidenciará la viabilidad de desarrollar un hardware y software para el desarrollo de un prototipo de medidor de energía prepago.

El proyecto a desarrollarse cuenta con características sistemáticas que verifican el cumplimiento de los objetivos, relacionado con la implementación del sistema de venta de energía prepago en redes de bajo voltaje. Se puede notar que el diseño del software es técnicamente viable, debido a que puede ser tomado como referencia para futuras investigaciones.

El proyecto al contar con una investigación y desarrollo del hardware y software para la construcción de un medidor de energía prepago, desde el punto de vista económico, se lo desarrollara con fondos propios, el cual tendrá una duración de 7 meses, mismos que contarán con el desarrollo del prototipo medidor de energía prepago.

A6. Objetivo general

Desarrollar un prototipo de medidor de energía prepago para reducir el alto índice de morosidad de los usuarios que utilizan el servicio eléctrico.

A7. Objetivos específicos

1. Conceptualizar teóricamente el desarrollo de un medidor de energía prepago.
2. Analizar el hardware y software necesario para el desarrollo de un prototipo de medidor de energía prepago.
3. Valorar el funcionamiento del prototipo de medidor de energía prepago.

CAPÍTULO 1

1. Marco Teórico

1.1. Energía eléctrica

La energía eléctrica es una de las formas más utilizada, este tipo de energía es un fenómeno físico que es ocasionado por la diferencia de potencial que existe entre dos puntos, lo que permite el movimiento de las cargas eléctricas (electrones) en el interior de materiales conductores, produciendo efectos luminosos, magnéticos, térmicos. (Miñarro, s.f.)

En electricidad su unidad de medida es el Joule y el segundo como unidad de tiempo; lo cual es:

$$Potencia (P) = \frac{energía (E)}{tiempo (t)} \quad (1)$$

Al despejar energía (E) se define como la cantidad de potencia por unidad de tiempo.

$$E = P \times t \quad (2)$$

1.2. Medidores de consumo de energía eléctrica

1.2.1. Antecedentes

(Ramadan Kamal, 2013) en su publicación menciona que “La tecnología de medidores de energía prepaga está creciendo a pasos agigantados entre los servicios públicos del sistema eléctrico y han iniciado a reemplazar la tecnología existente como lo son los medidores electromecánicos”.pág.668.

La Empresa Eléctrica Regional del Norte EMELNORTE S.A. elaboró un plan piloto el cual consiste en la implementación de medidores prepago como se muestra en la figura 1; que beneficiará a 990 abonados pertenecientes a los sectores de Ambuqui, Juncal, Valle del Chota a fin de bajar el índice de morosidad en los sectores antes mencionados.,. (www.tvncanal.com, 2012)

Los propios habitantes de la zona del Valle del Chota, a través de recargas, tipo teléfono celular, podrán comprar la energía y controlar su consumo de electricidad.



Fig. 1 Medidor de energía prepago utilizado por EMELNORTE
Fuente: tvncanal.com

1.2.2. Medidores de energía eléctrica

(Diego Samaniego, 2016) manifiesta que “Un medidor de energía es un equipo que mide el consumo de energía suministrada a los usuarios, este equipo mide la cantidad de energía eléctrica que se consume en una vivienda, ayudándolo a la empresa distribuidora a realizar una facturación adecuada por la energía consumida la cual se mide en kilovatios – hora (kWh).” Pag. 14.

Un medidor de energía eléctrica es un equipo el cual se encarga de medir el consumo de energía eléctrica que se suministra a los usuarios, la cual es contabilizada y facturada por la empresa distribuidora de energía eléctrica. (Diego Samaniego, 2016)

“Los medidores o contadores de energía eléctrica son aparatos para la medición de energía eléctrica.”(Bustos, 2011) pág. 13.

(Sneha Chaudhari, 2017) Menciona que “Medidor de energía es un dispositivo que mide la cantidad de energía eléctrica consumida por una residencia, una empresa o un dispositivo eléctrico.” Pág. 598.

Los medidores de energía eléctrica se utilizan para medir la cantidad de energía consumida por usuarios domésticos, comerciales y, ocasionalmente, industriales. (Nazmat Surajudeen, 2017) pág. 1370.

(Islam, 2012) Afirma que “Los medidores de energía eléctrica utilizados en la mayoría de las partes del mundo son pospagos en la naturaleza. Esta medición electromecánica convencional adolece de algunas desventajas significativas. Su rendimiento puede verse alterado por la temperatura y la interferencia electromagnética.” Pág. 1

1.3. Tipos de Medidores de energía

1.3.1. Medidor electromecánico

Es el medidor de energía eléctrica más común utilizado en nuestro medio, el cual se indica en la figura 2.

“Su método de operación es por conteo de revoluciones de un disco de aluminio, el cual está hecho para rotar a una velocidad proporcional a la energía usada, este proceso consume energía pero en una cantidad pequeña, alrededor de 2 watts en el disco, actúan dos bobinas”. (Karcz Andres, s.f)

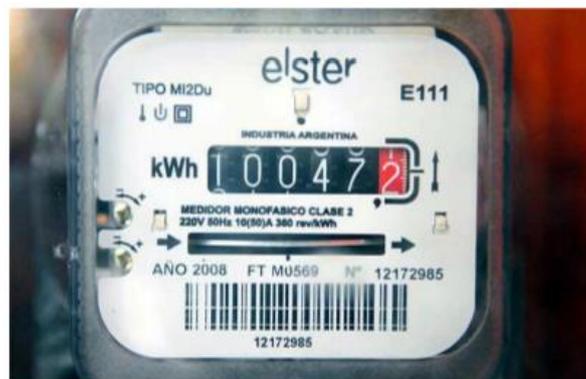


Fig. 2 Contador de energía electromecánico.

Fuente: (Diego Samaniego, 2016)

Una razón de la discontinuación de este tipo de medidores es que hay varios usuarios que realizan consumos considerables de energía y este tipo de contadores no registran la gran cantidad de energía que se utilizó. (Bustos, 2015)

1.3.2. Medidor digital

“Este medidor muestra la potencia usada en un LCD (Liquid Crystal Display-Pantalla de cristal líquido) además de grabar otros parámetros de carga y suministro como: factor de potencia, potencia reactiva, rangos de energía consumida, precio de consumo variando el día o la semana, etc.”(Bustos, 2015)

1.3.3. Medidores electrónicos monofásicos digitales

(Diego Samaniego, 2016) en su publicación menciona que “El medidor electrónico presenta varias alternativas, es decir, los estados se muestran secuencialmente en un único display, exhibe alternadamente los estados de energía activa kWh y energía reactiva kVARh.

El registro se lo realiza por medio de un proceso digital, utilizando microprocesadores y memorias.”

Se clasifican en:

- **Medidores de demanda:** miden y almacenan la energía eléctrica total consumida con una única demanda en las 24 horas teniendo un solo periodo y una sola tarifa.
- **Medidores multitarifa:** miden y almacenan la energía eléctrica total y con demandas en diferentes tramos de las 24 horas. Teniendo diferentes tarifas pueden registrar varios parámetros como energía reactiva y factor de potencia.

1.3.4. Medidor prepago

(Pascacio David, 2014) en su publicación menciona que “El medidor electrónico de prepago, es un medidor inteligente que opera con el pago anticipado del consumo de energía eléctrica a la empresa de electricidad, donde al medidor se le carga información de dicho pago por diversos métodos. Un saldo a favor acreditado en el medidor por el pago anticipado de consumo de energía eléctrica permite el paso de energía hacia el inmueble del usuario.” pág. 2.

(Suresh Sankaranarayanan, 2016) señala que “El medidor de prepago (PM) se está volviendo muy popular, especialmente en los países en desarrollo. Hay muchas ventajas de usar el medidor prepago en comparación con el medidor pospago tanto para el proveedor de servicios públicos como para el consumidor.” Pág.66.

1.3.4.1. Medidor de energía prepago

(Pascacio David, 2014) En su publicación menciona “El medidor electrónico de prepago, es un medidor inteligente que opera con el pago anticipado del consumo de energía eléctrica a la empresa de electricidad, donde al medidor se le carga información de dicho pago por diversos métodos. Un saldo a favor acreditado en el medidor por el pago anticipado de consumo de energía eléctrica permite el paso de energía hacia el inmueble del usuario.”pág. 2.

Como su nombre lo indica, se trata de un sistema el cual permite el uso de energía eléctrica previo un pago anticipado de la misma. Primero el usuario realiza el abono y luego la empresa distribuidora de energía eléctrica pone a disposición la cantidad de energía correspondiente al monto abonado. (Parrales, 2012) pág. 21.

(Hilwadi Hindersah, 2011) indica que “Los medidores de kWh prepago se utilizan cuando la carga del cliente puede estar conectada o desconectada del suministro eléctrico principal, dependiendo del saldo de crédito de kWh del cliente.” pág. 1.

(Md. Mejbaul Haque, 2011) Establece que “Un medidor de energía prepago permite a las empresas de energía eléctrica cobrar las facturas de electricidad de los consumidores antes de su consumo. El medidor prepago no solo se limita a la lectura automatizada del medidor, sino que también se le atribuye la capacidad de recarga prepaga y el intercambio de información con las utilidades correspondientes a los detalles de consumo del cliente.” Pág. 139.

1. Tipos de medidores prepago

Medidor Prepago Bicuerpo: Es un medidor electrónico bicuerpo, monofásico bifilar (1 fase, 2 hilos), alimentado a 120 V, Clase 1.0 y con rango de corriente desde 0.04 hasta 60 amperios.

Este equipo de medida está conformado por 2 componentes: Un dispositivo de medida, conexión y desconexión de la carga y, separadamente, un componente conocido como la interfaz de usuario, la cual incluye el teclado y display. (Saldarriaga, 2016)

El primer componente se deberá instalar al interior de la caja que aloja el medidor pospago y el segundo componente se deberá instalar al interior de la casa del cliente. Este último componente trabaja generalmente a 12 voltios DC a través de la conexión que existe con el medidor. La Unidad de Interfase del Usuario o módulo de consulta es el único medio que permite al cliente interactuar con el medidor, es una unidad compacta provista de un teclado de manejo amigable, que se instala alejada de la unidad de medición y control. La Unidad de Medición de Energía normalmente es instalada en un punto de sólo acceso para Las empresas (en el poste). (Saldarriaga, 2016)

La unidad de medición es el componente inteligente del medidor que contiene el microprocesador, el módulo de medición y el contactor, almacenándolos datos del crédito y del consumo. La principal ventaja es la seguridad al fraude y su desventaja es que es un poco más costoso. (Saldarriaga, 2016)

- **Medidor Prepago Monocuerpo:** Es un medidor electrónico monocuerpo, monofásico bifilar (1 fase, 2 hilos), alimentado a 120 V, Clase 1.0 y con rango de corriente desde 0.04 hasta 60 amperios. Este equipo de medida está conformado por una sola pieza. Es un equipo similar al medidor pospago pero con teclado y va instalado al interior de la casa del cliente,

por lo general, al lado de la caja de breaker. Éste integra, en una sola unidad, el dispositivo de medición y control y la interfaz de usuario. (Saldarriaga, 2016)

1.4. Cobro del consumo de Energía Eléctrica Residencial

En el Ecuador existen diversos tipos de tarifas al momento de cobrar el consumo eléctrico de los usuarios los cuales se basan en el artículo 17 de la codificación del reglamento de tarifas eléctricas en el que se toma en cuenta tres tipos. ((ARCONEL), 2019)

- **Categoría residencial:** comprende al servicio eléctrico destinado al uso doméstico sin tomar en cuenta el tamaño de la carga conectada.
- En este tipo se incluye a usuarios que tienen en su vivienda una pequeña actividad comercial que demanda de un bajo consumo de energía eléctrica. (Diego Samaniego, 2016)
- **Categoría general:** corresponde a los usuarios dedicados a actividades comerciales, industrias.
- **Nivel de alta tensión:** comprende a voltajes de suministro superiores a 40 kV.
- **Nivel de media tensión:** comprende a voltajes de suministro superiores a 40 kV.
- **Nivel de baja tensión:** comprende a voltajes de suministro inferiores a 600 V.

1.4.1. Tarifas para cobro de consumo eléctrico en función del rango de consumo.

“La determinación de la categoría tarifaria de los consumidores es responsabilidad de la distribuidora; la cual debe evaluar las características de la carga y el uso de la energía declarada por el consumidor regulado. Con esta base, la distribuidora debe establecer el tipo de tarifa que le corresponde al suministro solicitado, en conformidad con lo que se indica en el presente Pliego Tarifario.” ((ARCONEL), 2019)

Es por eso que se debe tomar en cuenta los niveles de voltaje, consumo en kWh, y la tarifa en dólares (\$) como se indica en la figura 3, la cual está regulada por la Agencia de Regulación y Control de Electricidad (ARCONEL).

CARGOS TARIFARIOS ÚNICOS			
ENERO - DICIEMBRE **			
RANGO DE CONSUMO	DEMANDA (USD kWh mes)	ENERGÍA (USD kWh)	COMERCIALIZACIÓN (USD Consumidor)
CATEGORÍA		RESIDENCIAL	
NIVEL VOLTAJE		BAJO Y MEDIO VOLTAJE	
1-50		0,091	1,414
51-100		0,093	
101-150		0,095	
151-200		0,097	
201-250		0,099	
251-300		0,101	
301-350		0,103	
351-500		0,105	
501-700		0,1285	
701-1000		0,1450	
1001-1500		0,1709	
1501-2500		0,2752	
2501-3500		0,4360	
Superior		0,6812	
		RESIDENCIAL TEMPORAL	
		0,1285	

Fig. 3 Cargo Tarifario según la Agencia de Regulación y Control de Electricidad.

Fuente: ((ARCONEL), 2019)

1.5. Sistemas de prepago

Estos sistemas constan de un medidor que a diferencia de los medidores anteriormente expuestos, ofrece una gran flexibilidad ya que al igual que los teléfonos públicos, celulares y la televisión por cable, el usuario tiene la opción de administrar su presupuesto pagando sólo por la energía que tiene pensado consumir en un tiempo determinado. Este tipo de sistemas, por consiguiente, no requiere de un sistema de cobro convencional, eliminando la necesidad por parte de la compañía que presta el servicio de tomar las lecturas y efectuar el cobro correspondiente al consumo. (Olvera s.f.) pág. 5

1.5.1. Ventajas de los sistemas de medición de prepago

Este sistema elimina el costo de desconexión y reconexión y el cliente no tiene que esperar mucho tiempo para la reconexión ya que sólo basta que se introduzca más crédito en el medidor para que éste funcione. (Olvera, s.f.) pág. 5

Los sistemas de medición de prepago ofrecen las siguientes ventajas: (Olvera, s.f.) pág. 5

- Calidad de servicio.
- Pago por adelantado (flujo de efectivo de la utilidad mejorado).
- Los medidores no requieren personal para tomar las lecturas y eliminación de toma de lecturas incorrectas del medidor.
- No se requiere del envío del estado de cuenta o de un sistema de cobro adicional.
- Cobro a morosos y Eliminación de deudas.
- Eliminación de costos por desconexión y reconexión del servicio.
- Cobro de tarifas mensuales y de cargos pendientes.
- Fácil de instalar.
- Tarifas por tiempo de uso.

- No se necesita acceder a la propiedad del consumidor en caso de que el medidor este dentro.

El servicio mejorado se obtiene debido a que los sistemas de prepago ofrecen al cliente las siguientes ventajas: (Olvera, s.f) pág. 5

- Administración del presupuesto.
- Control del uso de la energía.
- Conveniencia de compra (a la hora y lugar que convenga al cliente).

Un gran beneficio que tiene el sistema prepago eléctrico es que todos los medidores tienen implementado una alerta para cuando se estén terminando los kWh, con el fin de que el usuario tenga presente que debe realizar una recarga a la tarjeta implementada en el medidor lo antes posible con el propósito de no quedar sin servicio de energía de manera inesperada. (Zaret Mayorga, 2015)

1.5.2. Beneficios que tiene el sistema prepago

1.5.2.1. Para el cliente

Según (Mendoza, 2014) “Este sistema genera una gran cantidad de beneficios, tanto para los clientes como para la empresa que lo implemente. Desde el punto de vista de los consumidores, este sistema les permite reducir considerablemente el gasto en energía porque cada persona puede controlar lo que consume y comprar energía en la medida que su capacidad económica se lo permita.” pág. 6.

1.5.2.2. Para la compañía

- Optimización del proceso: se espera eliminar de forma importante los esfuerzos operativos y que esos ahorros permitan apalancar la inversión que requiere la nueva tecnología. (Mendoza, 2014) pág. 6.
- Minimizar la accidentalidad del personal propio y contratista: con la implementación de la nueva tecnología, es posible eliminar no solo el riesgo vial sino todos los riesgos que se puedan evidenciar en la operación (Mecánico, Eléctrico, Biológico, etc.) por no requerir el uso de mano de obra para atender la operación de lectura y suspensión, corte y reconexión. (Mendoza, 2014) pág. 6.

1.6. Comparación entre las tarjetas inteligentes y las fichas con números encriptados

La tarjeta inteligente puede albergar varios kilobytes de información, lo cual es suficiente para la mayoría de las aplicaciones de servicios útiles y lo puede hacer en ambos sentidos, ya sea hacia el medidor y de regreso al prestador de servicios. (Olvera, s.f.) pág. 5

Los números encriptados tienen la ventaja de costos de operación bajos haciendo uso de fichas de papel desechables. No requieren de un hardware más bien solo se necesita una impresora. Ya que no se requiere que la ficha de papel sea legible por una máquina, los medidores no requieren de lectores mecánicos de tarjeta. Los medidores se deben sellar por completo para evitar el ingreso de polvo, humedad o insectos debido a que pueden afectar el funcionamiento del equipo o disminuyan la vida útil del mismo. También, si una ficha de papel se pierde o es destruida, puede ser reemplazada sin riesgo de duplicidad. (Olvera s.f.) pág. 5

1.7. Implementación de un sistema de prepago

1.7.1. Criptografía

(Amieva, 2015), sostiene que: “La criptografía es la técnica que protege documentos y datos. Funciona a través de la utilización de cifras o códigos para escribir algo secreto en documentos y datos confidenciales que circulan en redes locales o en internet. Su utilización es tan antigua como la escritura. Los romanos usaban códigos para ocultar sus proyectos de guerra de aquellos que no debían conocerlos, con el fin de que sólo las personas que conocían el significado de estos códigos descifren el mensaje oculto.” (pag.10)

1.7.2. Algoritmos de encriptación

(Zanabria, 2018) establece que “Es un algoritmo que modifica los datos de un documento con el objetivo de alcanzar algunas características de seguridad como autenticación, integridad y confidencialidad.” Pág. 23.

(Amieva, 2015) menciona a 2 tipos de algoritmos entre los cuales tenemos:

- Algoritmos simétricos o de clave simétrica (privada): son los algoritmos que usan una única clave para cifrar y descifrar el contenido; como se muestra en la figura 4.

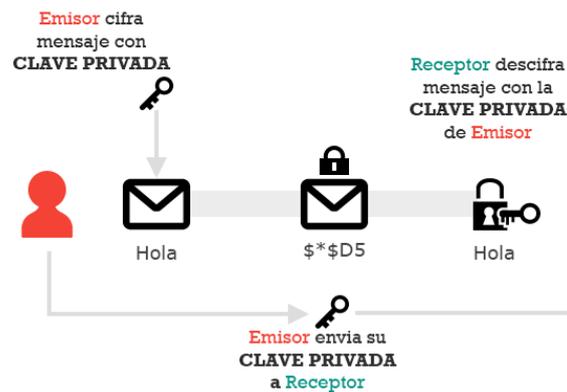


Fig. 4 Cifrado simétrico

Fuente: enekoamieva.com

(León, 2015) menciona “Este tipo de criptografía es conocida como criptografía de clave secreta o de una sola clave ya que solo se usa una misma clave para cifrar y descifrar los mensajes. Esto quiere decir que se tiene acceso al mensaje cuando el remitente del mensaje realiza el proceso de cifrado mediante una clave y el receptor descifra el mensaje con la misma clave. La desventaja de este sistema es que actualmente los ordenadores pueden descifrar claves con bastante facilidad, de manera que un atacante podrá consultar las claves usadas entre emisor y receptor por el canal de comunicación que se utilice y descifrar el mensaje”. pág. 9

- Algoritmos asimétricos o de clave asimétrica (pública): son los algoritmos que usan una clave para cifrar el contenido y otra clave para descifrarlo; como se muestra en la figura 5.

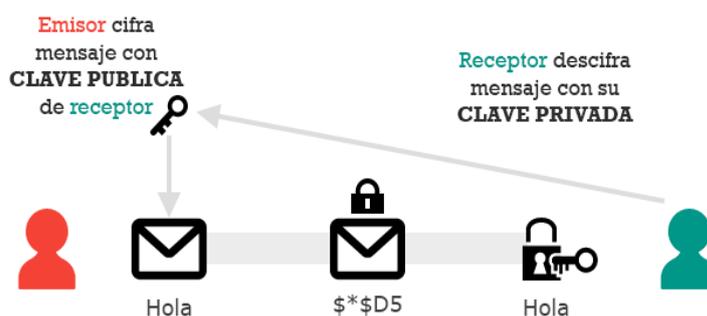


Fig. 5 Cifrado asimétrico

Fuente: enekoamieva.com

(León, 2015) establece que “ Es un sistema conocido como criptografía de clave pública o criptografía de dos claves, donde el emisor del mensaje tiene una clave pública (clave que se entrega a cualquier persona) y una clave privada (Esta clave la debe tener únicamente el

propietario). El proceso de cifrado consiste en que el emisor cifra el mensaje con la clave pública del receptor y es el receptor descifra el mensaje con la clave privada.”pág. 9

1.8. Experiencia en la implementación de medidores prepago en Ecuador y el mundo

(Md. Mejbaul Haque, 2011) Establece que “El sistema actual de medición de energía, así como la facturación en Bangladesh, que utiliza medidores de energía digitales y electromecánicos en algún lugar es propenso a errores y consume más tiempo y mano de obra. Los medidores electromecánicos convencionales están siendo reemplazados por nuevos medidores electrónicos para mejorar la precisión en la lectura del medidor”. pág.139.

Diario La Hora en una entrevista realizada menciona que “En la Empresa Eléctrica del Norte Emelnorte S.A., se dieron cuenta que la única manera de evitar seguir perdiendo por falta de pago de ciertos usuarios, es aplicar el sistema prepago de energía. (Hora, Se implementa luz prepago en el Valle del Chota, 2012) La aplicación de este sistema genera una reducción de costos para la empresa, lo que se refleja en una disminución en la tarifa que se les cobra a los usuarios. (Hora, Emelnorte no quieren más pérdidas, 2012)

1.9. Energía prepago es una alternativa beneficiosa

1.9.1. Impacto social

“Con la implementación de las últimas tecnologías como lo es el sistema prepago, las compañías proponen a sus clientes un nuevo esquema de control y uso eficaz de la energía, mejorando así la imagen de la compañía distribuidora de energía eléctrica.” (Mendoza, 2014) pag.8

1.9.2. Impacto técnico

(Zaret Mayorga, 2015) En su publicación menciona que “Como todo sistema eléctrico, en el sistema prepago es obligatorio el cumplimiento de normas actuales, las cuales establecen las reglas determinadas tanto en la fabricación como en el funcionamiento de los sistemas eléctricos. En el caso del sistema prepago eléctrico existen diferentes normas, las cuales tanto los usuarios como las empresas comercializadoras deben seguir.”

1.10. Funcionamiento de un medidor eléctrico digital de prepago

1.10.1. Descripción del funcionamiento

La figura 6 muestra el diagrama de bloques en el cual constan los elementos que componen un medidor de energía prepago, siendo la parte central el microcontrolador STM32f103c8t6, el cual al programarlo y realizar una serie de cálculos va a permitir que indique los datos de saldo en dólares (\$), voltaje, corriente, potencia y consumo en kWh que posee el medidor los cuales son mostrados en la pantalla LCD 2004.

Se tomó como referencia el diagrama de bloques que se indica en la ilustración 6 el cual es de gran ayuda para el desarrollo del prototipo de medidor de energía prepago.

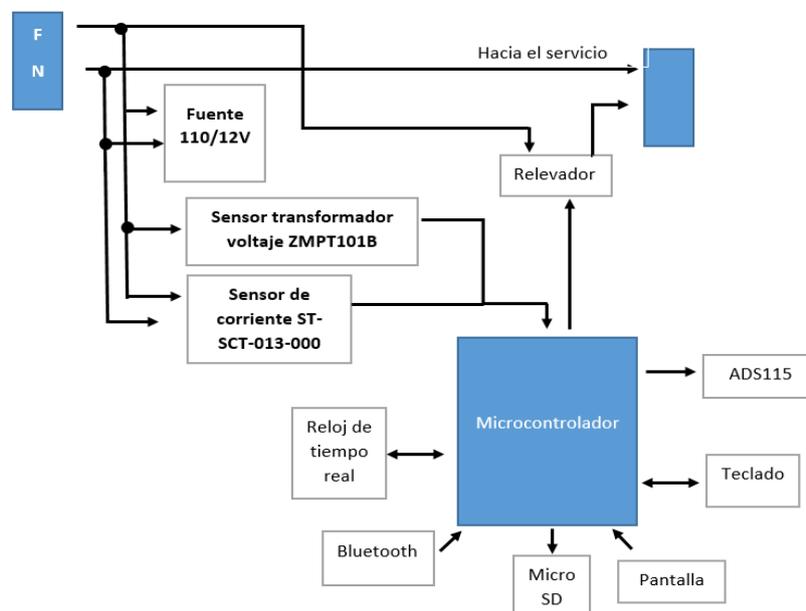


Fig. 6 Diagrama de bloques del medidor eléctrico digital de prepago.

Fuente: Autor

1.11. Microcontroladores

(Zambrano Alcívar, 2017) en su publicación establece que “Antes de Seleccionar un dispositivo en particular para una aplicación, es importante entender cuáles son las diferentes opciones y características y qué pueden significar con respecto al desarrollo de la aplicación. El microcontrolador es un componente muy común en sistemas electrónicos modernos. Su uso es tan extendido que es casi imposible trabajar en electrónica sin cruzarla.”

1.11.1. Microcontrolador stm32f103c8t6

El STM32F103C8T6 es una placa de desarrollo, similar al Arduino. Lo que los diferencia de los demás microcontroladores es que mientras la mayoría de Arduinos montan un procesador AVR, el STM32F103 dispone de un procesador ARM, opera a 3.3v, además contiene un regulador de voltaje, por lo que se puede alimentar a 5v. Posee una velocidad de ejecución de 72MHz a 32 bits. (Llamas, luisllamas.es, 2015)

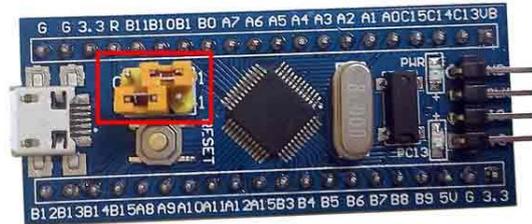


Fig. 7 Microcontrolador stm32.

Fuente: luisllamas.com

Características:

64 KB memoria del programa.

24 KB memoria RAM.

Microprocesador de 32 bits a 72 MHz (4.5 veces más rápido que un Arduino Nano).

Más IOs que el Nano.

ADCs de 12 bits.

A pesar de trabajar a 3.3v, la mitad de los IOs toleran 5v.

Resistencias pull-down internas.

PWM de hasta 16 bits (con desbordamiento configurable para poder variar la frecuencia).

3 timers de 16 bits.

Todos los IOs con capacidad de ejecutar interrupciones externas.

2 buses I2C, 2 SPI, 1 CAN.

Compatibilidad con la IDE de Arduino.

1.11.2. Microcontrolador Stm32f103c8t6 vs Arduino micro

(Costas, 2016) en su publicación hace referencia a una comparación practica entre los micro controladores stm32f103c8t6 y el Arduino micro en el cual se destaca el stm32 como el idóneo para utilizar en el desarrollo de un medidor de energía prepago, ya que posee un 32 bits mucho más que el arduino micro, además que puede trabajar a 3,3v, y tiene una velocidad mucho más eficaz.

TABLA 1. 1 Comparación STM32F103C8T6 VS Arduino Micro

	STM32F103C8T6	Arduino Micro
Micro	ARM 32-bits Cortex M3	Atmega32U4 – 8 bits
Max frecuencia	72Mhz	16Mhz
Memoria Flash	64-128 KB	32KB
SRAM	20KB	2.5KB
Pines con interrupciones	Todos	2
pines I/O	de 26 a 80	20
Resolución PWM	16bits	8bits
Voltaje GPIO	3.3V(Tolerante 5V)	5V

CAPÍTULO 2

2. Desarrollo

Este capítulo tiene como objetivo el especificar el diseño de un medidor de energía prepago considerando sus componentes y partes eléctricas, para luego detallar la construcción del mismo.

2.1. Introducción

Hoy en día el servicio de medidores prepago del servicio eléctrico está disponible en 26 países, la mayoría en vías de desarrollo, tal es el caso de La India, el cual tiene una muy buena aceptación por parte de los usuarios.

El primer país que optó por la implementación de este sistema fue Gran Bretaña; pero el país que sirvió como ejemplo fue Sudáfrica el cual utiliza este sistema prepago desde hace 15 años atrás, con el fin de elevar el nivel de electrificación en zonas alejadas a centros de consumo.

Los países que poseen el medidor de energía prepago son: India, Irán, Singapur, Costa de Marfil, Honduras, Nigeria, Brasil, Francia, entre otros.

2.2. Materiales, software utilizado

2.2.1. Hardware del medidor

El medidor prepago está constituido en el hardware por el microcontrolador stm3232f103c8t6, sensor de corriente SCT-013-000 50mA 100A, relé 30A, convertidor voltaje dc-dc LM2596, modulo micro SD, Real Time Clock (RTC) DS3231, ADS1115, final de carrera, LED de alta luminosidad, fuente 110/12v, teclado matricial, pantalla LCD 2004 con I2C, tarjeta sobre la cual se montarán todos los componentes.

Microcontrolador

El STM32F103C8T6 es una placa de desarrollo, similar a Arduino, como se muestra en la figura 8. Lo que los diferencia de los demás microcontroladores es que mientras la mayoría de Arduinos montan un procesador AVR, el STM32F103 dispone de un procesador ARM, opera a 3.3v, además contiene un regulador de voltaje, por lo que se puede alimentar a 5v. Posee una velocidad de ejecución de 72MHz a 32 bits. (Llamas, luisllamas.es, 2015)

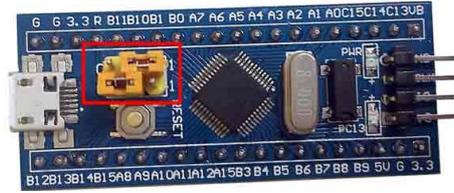


Fig. 8 Microcontrolador stm32f103c8t6.

Fuente: luisllamas.com

Se escogió el microcontrolador stm32f103c8t6 por su velocidad y porque se ajusta a las necesidades que se requiere para realizar el medidor de energía prepago ya que es más rápido que un Arduino nano o un PIC básico; posee 24 KB memoria RAM, 64 KB memoria del programa, ADCs de 12 bits, 2 buses I2C, 2 SPI, 1 CAN y es compatible con la IDE de Arduino.

🚦 Módulo de pantalla LCD 20x4 de backlight azul.

Características:

Módulo de Bajo Consumo.

Formato de presentación: 20 caracteres x 4 líneas.

Es fantástico para proyectos basados con cualquier microcontrolador.

Tensión de alimentación: 5V.

Totalmente montado y probado de serie

Texto blanco, luz de fondo azul.

Tamaño: 9,8 cm x 6 cm x 1,2 cm.



Fig. 9 LCD 20x4

Fuente: Autor

La pantalla LCD 20x04 es un módulo de bajo consumo que tiene como formato de presentación 20 caracteres por 4 líneas como se indica en la figura 9. Su tamaño es de 9,8 cm x 6 cm x 1,2 cm. Tiene integrado un módulo I2C para LCD lo cual ayuda para el montaje del medidor de energía prepago ya que solo utiliza 4 pines para su simulación.

SCT-013-000

Su función es convertir la corriente en un voltaje limitado el cual se pueda medir.

Es el único que proporciona una corriente y no posee resistencia de carga. Es capaz de medir una corriente de entre 50 mA y 100 A, tal como se indica en la figura 10.



Fig. 10 Transformador de corriente SCT 013.

Fuente: picclick.it/Sensor-De-Corriente-No-Invasivo-Sct013-000-100

(DIVERTEKA, 2014) define a este dispositivo como “Un sensor capaz de medir la corriente que circula por un cable, se puede utilizar como una pinza amperimétrica permitiendo efectuar la medida de intensidad eléctrica. Una de las ventajas que poseen estos dispositivos es que no se necesita cortar el cable en el cual se va a medir ya que el sensor puede abrirse y cerrarse con facilidad.”

Teclado numérico

La figura 11 indica un teclado matricial que consta de 7 pines, distribuidos 4 pines para las filas y 3 pines para las columnas; se caracteriza porque a cada tecla le corresponde 2 pines, un pin de una fila y un pin de una columna.

Este dispositivo servirá para el ingreso del código único generado a través de una aplicación para que luego el usuario lo ingrese una vez pagado con anterioridad su saldo; luego al ser ingresado, automáticamente aparecerá el valor adquirido en la pantalla del medidor de energía prepago.

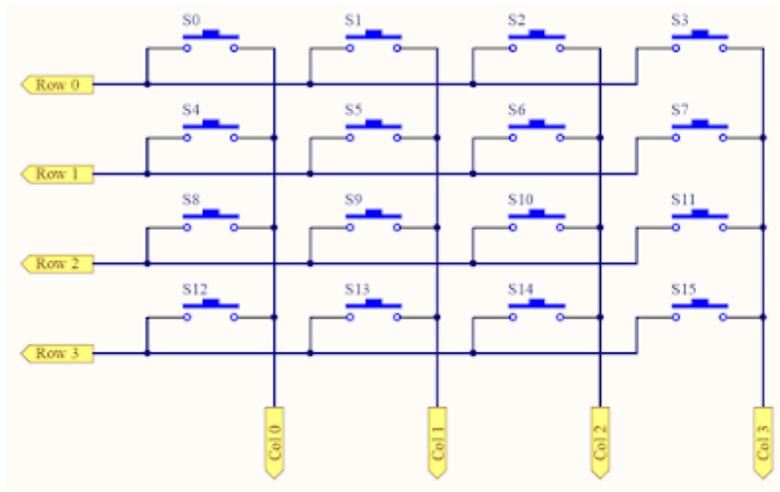


Fig. 11 Esquema de conexión del teclado matricial
 Fuente: embeddedsystemengineering.blogspot.com



Fig. 12 Teclado matricial 4x4.
 Fuente: electrocrea.com

🔧 Circuito RTC (Real Time Clock)

La figura 13 muestra un reloj de tiempo real (RTC) el cual es un dispositivo electrónico que permite obtener mediciones de tiempo en las unidades temporales que empleamos de forma cotidiana como lo son año, mes, día y la hora exacta. (Llamas, luisllamas.es, 2016)

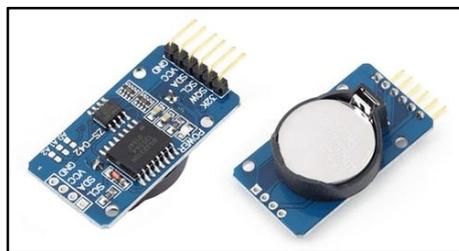


Fig. 13 Módulo RTC DS3231.
 Fuente: luisllamas.com

El reloj de tiempo real (RTC) será configurado para que constituya la hora y fecha en tiempo real y guarde los datos aunque exista un fallo en el servicio eléctrico ya que posee un batería externa.

El ARCONEL tiene definidas tarifas dependiendo el tipo de usuario y el consumo que realiza mensualmente, es por esto que este prototipo contiene un RTC (reloj de tiempo real) DS3231 el cual proporciona información de año, mes, día, horas, minutos, segundos. Si se desea obtener estos datos se efectúa una comunicación I2C entre el microcontrolador y el reloj.

Alarma luminosa (led alta luminosidad)

Pueden ser de mayor tamaño y sobre todo tienen más intensidad lumínica. (Álvarez, 2016)

En este caso el Led que se muestra en la figura 14 se encarga de indicar cuando el saldo en el medidor esté a punto de agotarse, ya que así el usuario puede realizar su recarga y así no quedarse sin servicio eléctrico.



Fig. 14 Led de alta luminosidad

Fuente: ipowerelectronics.com/iluminación

Alarma sonora (Buzzer)

El buzzer que se indica en la figura 15 es el encargado de advertir mediante un sonido que el saldo en el medidor está a punto de terminarse, ya que así el usuario puede realizar su recarga y no quedarse sin servicio eléctrico.



Fig. 15 Buzzer

Fuente: potentiallabs.com

🚦 Módulo micro sd

Permite insertar una memoria Micro SD las cuales son las más comunes en el mercado, la tensión de alimentación del módulo es de 3.3V o 5V usando los pines respectivos. (Llamas, luisllamas.es, 2016)

La micro SD que se muestra en la figura 16 almacenará la información de fecha y hora, voltaje, corriente, potencia, valor de recarga., con lo cual se podrá visualizar en un archivo de texto y que a su vez se puede exportar a Excel para tener una mejor visualización mediante un cuadro bien definido, además se podrá realizar graficas de acuerdo a lo que se necesite.

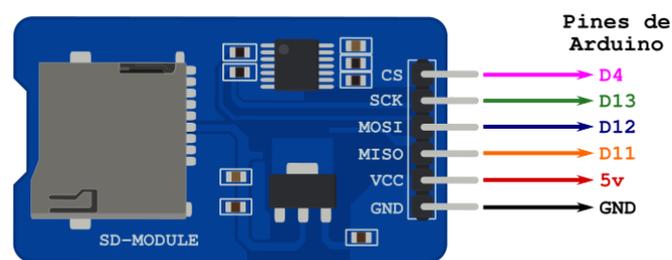


Fig. 16 Módulo micro SD

Fuente: robologs.net

Utilizar una tarjeta micro SD con Arduino es muy útil ya que se puede aumentar la capacidad de memoria, lo que permite almacenar datos que el usuario lo requiera. Además la memoria micro SD no es volátil, por ende no se pierde ningún dato si se va la corriente o reiniciamos el stm32f103c8t6. (N4n0, 2019)

🚦 ADS 1115

El ADS1115 provee 4 ADC de 16 bits, 15 se utilizan para la medición y uno para el signo. El ADS1115 es conectado por I2C.

Se utiliza el ADC ADS115 para obtener una mayor precisión, además de liberar de esta carga al stm32f103c8t6. Además mide señales analógicas. (Llamas, luisllamas.es, 2016)

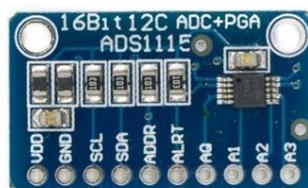


Fig. 17 Módulo ADC ADS 1115

Fuente: naylampmechatronics.com

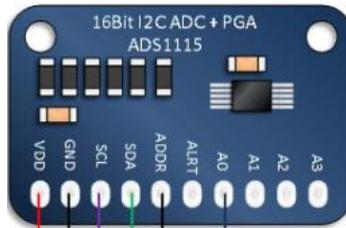


Fig. 18 Módulo ADC ADS 1115

Fuente: hetpro-store.com

🚦 Módulo bluetooth hc-05

El modulo bluetooth como se muestra en la figura 19 será útil para poder tener una comunicación con el computador y poder enviar el código al microcontrolador y que valide el medidor si el código es el correcto.

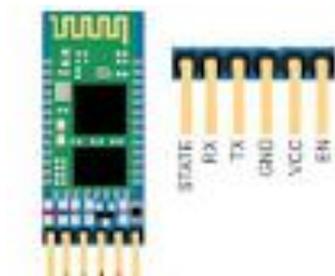


Fig. 19 Bluetooth hc-05

Fuente: netandino.blogspot.com

🚦 Power supply 110/12v

La fuente de 110/12v como se indica en la figura 20 ayuda a transformar el voltaje para que todos los elementos eléctricos trabajen a bajos índices de tensión, además es la encargada de generar el voltaje de salida del medidor.

En este dispositivo va conectado otro transformador de voltaje dc-dc, y el sensor de corriente SCT 013.



Fig. 20 Power supply S-36-12

Fuente: www.amazon.com

🚦 Relé 30 A

Se utilizó el relé de 30A que se muestra en la figura 21 para abrir o cerrar el paso de corriente ya que si el usuario intenta manipular el medidor de energía prepago sin la autorización de una persona encargada del mantenimiento del mismo se bloqueará el sistema es decir el relé abrirá el circuito y no habrá servicio eléctrico.



Fig. 21 Relé JQX – 15F 1CS

Fuente: Autor

🚦 Convertidor Voltaje DC - DC Stepdown 3A LM2596

Este dispositivo que se indica en la figura 22 permite mantener un voltaje regulado que proviene de una fuente mayor; es idóneo para conducir una corriente de hasta 3A.



Fig. 22 Convertidor de voltaje DC - DC LM2596

Fuente: chips.mecatronium.com

Características

Basada en el regulador LM2596, salida entre 1,5 y 35Vdc

Voltaje de entrada: 4.5-40V

Voltaje de salida: 1.5-35V (Ajustable)

Corriente de salida: Máxima 3A

Dimensiones: 43x20x14mm

Frecuencia de switching: 150 KHz

Se puede regular la tensión de salida mediante el potenciómetro que viene incorporado al módulo. (Macho, 2015)

2.2.2. Software del medidor

El software consta de dos partes, la primera es el desarrollo del programa, el cual se aplica al microcontrolador y permite que funcionen los componentes del medidor y la segunda parte, es una aplicación que consiste en encriptar los datos de crédito y número de serie para que el medidor funcione con normalidad.

2.2.2.1. Software KiCad

Es un software open-source el cual se utiliza para crear diagramas electrónicos y el diseño de placas de circuito impreso. KiCad contiene las siguientes herramientas: (KiCad, 2019)

- **Eschema:** Editor de esquemas y editor de componentes
- **Pcbnew:** Editor de diseño de tablero de circuitos y editor de huella.
- **GerbView:** Visor Gerber

(KiCad, 2019) manifiesta que “KiCad no presenta limitación alguna en cuanto al tamaño de la placa y puede gestionar hasta 32 capas de cobre, 14 capas técnicas y 4 capas auxiliares.”

Se utilizó KiCad para el diseño del medidor de energía prepago en el cual consta todos los componentes necesarios para su funcionamiento, es útil ya que es de versión gratuita de fácil manipulación y que además en él se puede crear componentes que no consten en su lista de materiales o diseñar un elemento de acuerdo a lo que se desee manipular.

2.2.2.2. Arduino IDE

El lenguaje de programación Arduino se puede dividir en tres partes principales: funciones, valores (variables y constantes) y estructura (Zambrano Alcívar, 2017)

Arduino IDE fue utilizado para la programación del medidor de energía prepago ya que es de fácil operación y maneja un lenguaje de programación fácil, el cual lo puede manipular cualquier persona con conocimientos básicos de programación.

Como primer paso se insertó las librerías necesarias para el desarrollo de la programación tal como se indica en la figura 23, la cual es fundamental para que el medidor de energía prepago funcione con normalidad.

```
Medidor_Final_Encryptado
1 //encryptado con clave para interruptor y 3 intentos
2 #include <Wire.h> // incluye libreria wire para manejar el bus I2C en arduino
3 #include <LiquidCrystal_I2C.h> // Incluye libreria de la lcd I2C
4 #include <Adafruit_ADS1015.h> // incluye libreria del ADS1115
5 LiquidCrystal_I2C lcd(0x3F, 16, 4); // tamaño de la LCD
6 #include "EmonLib.h" // Incluye Emon Library
7 EnergyMonitor emon1; // Crea una instancia
8 Adafruit_ADS1115 ads;
9
10 #include <SPI.h> // incluye libreria SPI
11 #include <SD.h> // incluye libreria SD para guardar datos en la micro SD
12 #include <DS3231_Simple.h> // incluye libreria del RTC DS3231
13 DS3231_Simple Clock;
14 DateTime MyDateAndTime;
15 File myFile;
16
17 #include <EEPROM.h> // incluye libreria EEPROM externa para guardar datos
```

Fig. 23 Inclusión de librerías.

Fuente: Autor

La figura 24 muestra la declaración de variables y mensaje que aparece en el medidor de energía prepago una vez conectado a la red eléctrica.

```
267
268
269 void welcome()
270 {
271   lcd.clear();
272   lcd.setCursor(0,0);
273   lcd.print("MEDIDOR PREPAGO ");
274   lcd.setCursor(0,1);
275   lcd.print(" DE CONSUMO ");
276   lcd.setCursor(-2,2);
277   lcd.print(" EL SISTEMA ");
278 }
279
```

Fig. 24 Pantalla de bienvenida al conectar a la red eléctrica.

Fuente: Autor

2.2.2.3. Visual Basic 2019

Se utilizó Visual Basic 2019 ya que es un programa fácil de utilizar, confiable y posee un sinnúmero de opciones para programar. En este programa se diseñó una aplicación la cual se encarga de generar el código único y escoger el valor de la recarga que se va a realizar para que aumente el saldo en el medidor de energía prepago y que el usuario pueda tener su servicio eléctrico sin ningún corte.



Fig. 25 Programa Visual Studio 2019

Fuente: <https://microsofters.com/153842/visual-studio-2019/>

Como se indica en la figura 26 la parte inicial en el desarrollo de la App en Visual Studio comenzó con espacios de nombres que la aplicación usará frecuentemente, luego se definirá la ubicación de la base de datos donde constan los usuarios y sus identificaciones como se muestra en la figura 27.

```
1 using System;
2 using System.Collections.Generic;
3 using System.ComponentModel;
4 using System.Data;
5 using System.Drawing;
6 using System.Linq;
7 using System.Text;
8 using System.Threading.Tasks;
9 using System.Windows.Forms;
10 using System.IO.Ports;
11 using System.IO;
12 using System.Data.OleDb;
```

Fig. 26 Espacios de nombres que la aplicación usará frecuentemente

Fuente: Autor

```
20 OleDbConnection con = new OleDbConnection(@"Provider=Microsoft.Jet.OLEDB.4.0;Data Source=C:\Users\De11\Downloads\proyecto\Basev01.mdb");
21 OleDbConnection conn = new OleDbConnection(@"Provider=Microsoft.Jet.OLEDB.4.0;Data Source=C:\Users\De11\Downloads\proyecto\Basev01.mdb");
```

Fig. 27 Ubicación de la base de datos.

Fuente: Autor

En la figura 28 se muestra la desactivación inicial de los botones de saldo, generar y enviar.

```
30 InitializeComponent(); //desabilita estos parametros
31 recarga1.Enabled = false;
32 recarga3.Enabled = false;
33 recarga5.Enabled = false;
34 recarga7.Enabled = false;
35 recarga10.Enabled = false;
36 generar.Enabled = false;
37 ENVIAR.Enabled = false;
```

Fig. 28 Desactivación de parámetros

Fuente: Autor

La figura 29 muestra el formato de la aplicación desarrollada en Visual Studio con formato .cs en el cual se realizará la recarga al medidor de energía Prepago.

Fig. 29 Aplicación desarrollada en Visual Studio 2019 para realizar recargas en el medidor de energía prepago.

Fuente: Autor

2.3. Métodos

Empíricos

- La Recolección de Información

Con el método empírico de recolección de información se realizó una exploración sobre los medidores de energía prepago a fin de examinarla, determinar convergencias y divergencias con respecto a los beneficios del uso de un medidor de energía prepago con el propósito de analizar los resultados.

Método científico

Se utilizó este método por ser el más adecuado e importante en la relación Teoría – Práctica; además permite descubrir hechos, recolectar datos y conocer problemas de la realidad; en procura de encontrar la solución a la problemática que existe.

Método deductivo-inductivo

Este método permitió obtener conceptos, reglas, etc. con las cuales se pudo comparar y/o sintetizar con otro tipo de sistema de medición eléctrica.

Este método nos permitirá partir de las experiencias de las empresas distribuidoras de energía para en esta investigación determinar la problemática que fue analizada para poder elaborar el marco teórico y posteriormente llegar a las conclusiones y recomendaciones.

Método sintético

Este método consintió en analizar la información recopilada, lo cual permitió ir estructurando todas las ideas.

Con este método se analizará e interpretará los resultados obtenidos en el estudio elaborado.

2.4. Construcción del medidor

El tamaño del medidor de Energía Prepago fue de acuerdo a la normativa de medidores tal como se muestra en la figura 30.

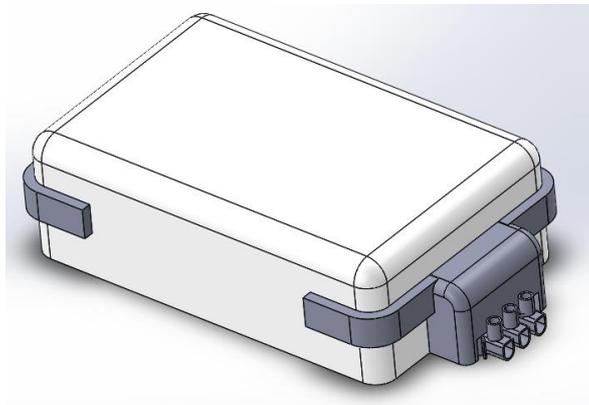


Fig. 30 Construcción del medidor de Energía Prepago.

Fuente: Autor

2.4.1. Colocación de los elementos

Una vez diseñada la placa y el tamaño del medidor se procedió a realizar el diseño de montaje de elementos en el medidor, como se muestra en la figura 31.

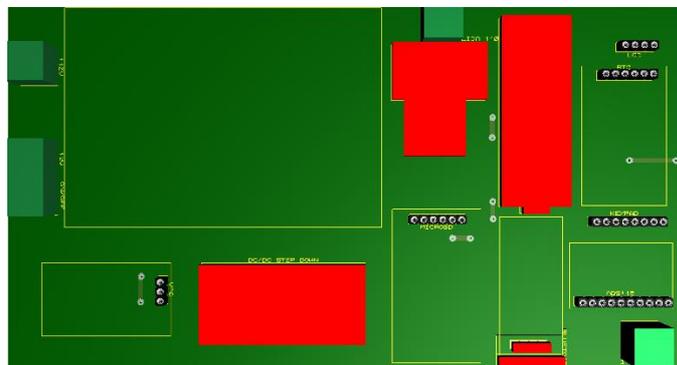


Fig. 31 Diseño de montaje de elementos.

Fuente: Autor

La figura 32 muestra el diseño de los elementos adicionales para la construcción del medidor de energía prepago los cuales son el modulo bluetooth, modulo micro SD, LCD 2004, RTC 3231, ADS1115, teclado.

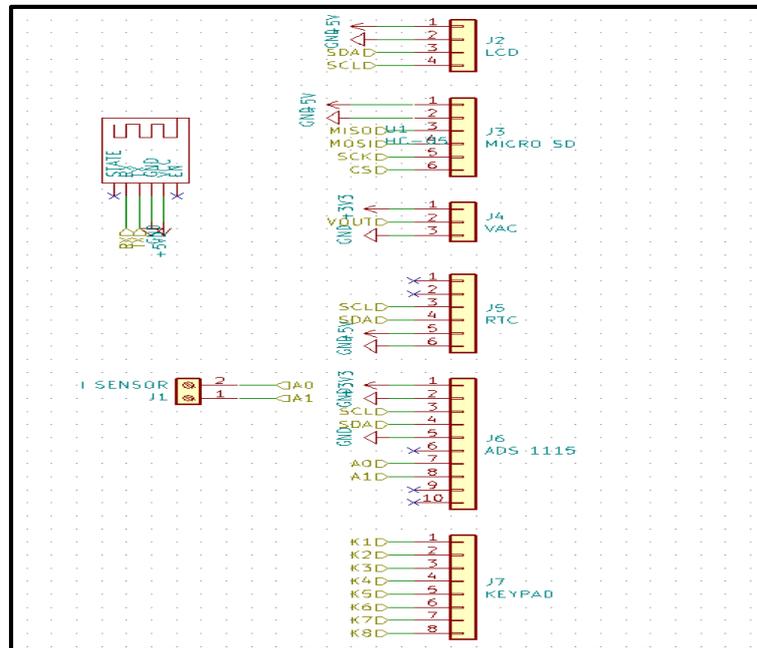


Fig. 32 Diseño medidor de energía en KiCad.

Fuente: Autor

En la figura 33 se indica el microcontrolador STM32f103c8t6 junto con los demás elementos electrónicos los cuales contribuyen al funcionamiento del medidor de energía prepago.

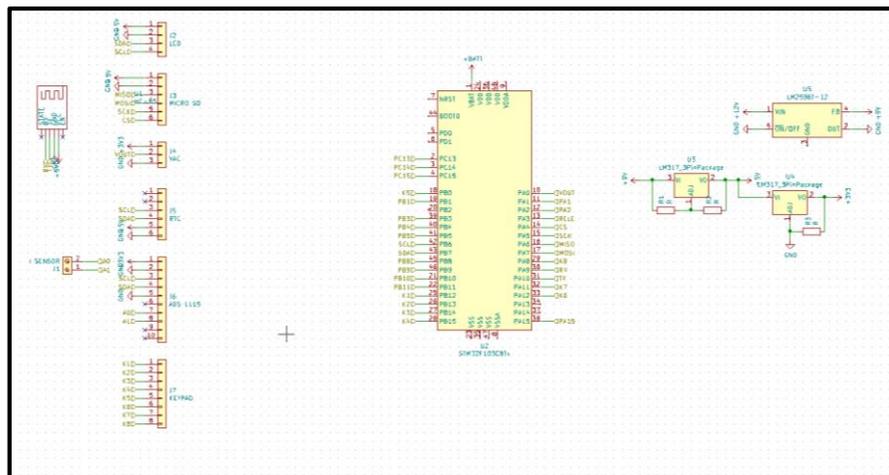


Fig. 33 Modelado del medidor de energía

Fuente: Autor

La figura 34 indica el diseño de la placa del medidor de energía Prepago, en el cual constan todos los elementos eléctricos y electrónicos necesarios para que funcione el medidor.

2.5. Pruebas de funcionamiento

Se armó el medidor de energía prepago en la protoboard, como se indica en la figura 37; se procedió a conectar al suministro de energía eléctrica para verificar su funcionamiento.



Fig. 37 Conexión del medidor armado en protoboard

Fuente: Autor

En este caso la corriente está elevada debido a que en la programación se multiplicó el resultado por 1000 para que se pueda visualizar un número lo bastante considerable.

Los valores como lo son saldo, voltaje, intensidad, potencia, y consumo se mantienen constantes, como se muestra en la figura 38.

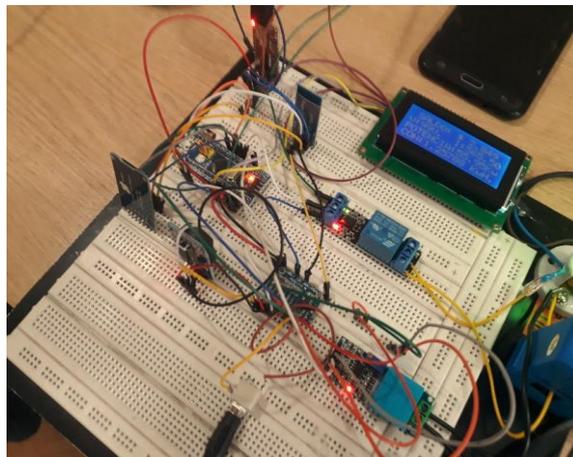


Fig. 38 Pruebas de funcionamiento del medidor armado en protoboard

Fuente: Autor

2.6. Análisis de mediciones

2.6.1. Medición de tensión:

Para comprobar el suministro de energía eléctrica en la red es necesario utilizar un multímetro el cual mide el nivel de voltaje que posee la red eléctrica y se realiza una comparación con el medidor de energía prepago ya que éste tiene un valor fijo de tensión de 114V el cual está definido en la programación de Arduino IDE; como se muestra en la figura 39.



Fig. 39 Esquema del sistema de medición de voltaje.

Fuente: Autor

2.6.2. Medición de corriente:

Para comprobar cuanta corriente circula por el sistema es necesario utilizar una pinza amperimétrica, como se indica en la figura 40, la cual ayudará a realizar una comparación entre el medidor de energía prepago y el valor de la pinza amperimétrica para luego interpretar el rango de error en la medición.



Fig. 40 Esquema del sistema de medición de voltaje.

Fuente: Autor

2.6.3. Calculo de potencia Aparente:

$$S = V.I \quad (3)$$

$$S = (114v)(0.1A)$$

$$S = 11.4VA$$

Donde:

S=potencia aparente del sistema

V= voltaje del sistema

I= corriente generada por el sistema

Mediante la ecuación 3 se calculó la potencia aparente la cual coincide con el valor que indica el medidor de energía prepago.

2.7. Historial de mediciones

El saldo empezó con \$ 5.00 como se muestra en la figura 41, el consumo va ir disminuyendo paulatinamente de acuerdo a la siguiente ecuación:

$$\text{consumo}(kWh) = \text{saldo} / \text{tarifa fija}(\$) \quad (4)$$

$$\text{consumo}(kWh) = 5 / 0.08(\$)$$

$$\text{consumo}(kWh) = 62.5 kWh$$

Cabe recalcar que se utilizó una tarifa de 8 ctvs valor que sirvió para realizar pruebas y validar el funcionamiento del medidor de energía prepago.

Donde el consumo en kWh que tiene restante el cliente es de 62.49989 kWh que al aproximar este valor me da como resultado 62.5kWh, los cuales va a ir disminuyendo de acuerdo a la carga que está conectada al medidor:



Fig. 41 Consumo y saldo del medidor de energía a las 11:31am.

Fuente: Autor

El saldo empezó con \$ 5.00 como se muestra en la figura 42. La potencia está en 0.01 kW. Debido a que está conectado solo una luminaria.



Fig. 42 Potencia generada por la luminaria conectada a las 11:31am.

Fuente: Autor

El saldo empezó con \$ 5.00 como se muestra en la figura 43. El consumo está en 62.37491 kWh. Debido a que está conectado solo una luminaria.



Fig. 43 Consumo y saldo del medidor de energía a la 11:47am.

Fuente: Autor

Se compara la medición de voltaje con el medidor y un multímetro Fluke 117 el cual marca una diferencia de medición de 4.9V el cual se muestra en la figura 44.



Fig. 44 Comparación de la medición de voltaje del medidor y un multímetro Fluke 117 el día 23/10/2019 a las 17:54horas.

Fuente: Autor

El medidor marca una corriente de 0.12A debido a que está conectado una carga de 3 lámparas de 7W por lo que el consumo disminuirá paulatinamente, como se observa en la figura 45.

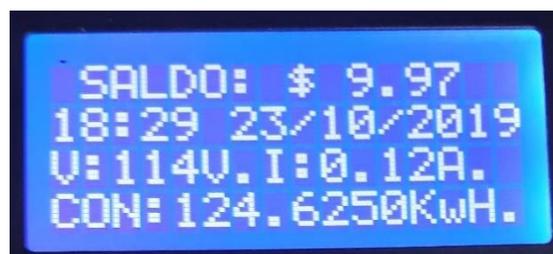


Fig. 45 Consumo y saldo del medidor de energía el día 23/10/2019 a las 18:29pm.

Fuente: Autor

La figura 46 indica la comparación de medición de voltaje del medidor y un multímetro Fluke 117 el día 24/10/2019 a las 11:34hrs. En el cual están conectados 3 lámparas sin interruptor.



Fig. 46 Comparación de medición de voltaje del medidor y un multímetro el día 24/10/2019 a las 11:34hrs.

Fuente: Autor

La figura 47 indica el consumo y el saldo que posee el medidor el día 23/10/2019 a las 18.35pm.



Fig. 47 Consumo y saldo del medidor de energía el día 23/10/2019 a las 18:35pm.

Fuente: Autor

El consumo del medidor a las 11:31 del día 23/10/2019 marca 62.49989 kWh como se muestra en la figura 48.



Fig. 48 Consumo y saldo del medidor de energía el día 23/10/2019 a las 11:31am.

Fuente: Autor

Transcurrido 960 segundos desde la última toma de datos del medidor como se muestra en la figura 49, en este lapso de tiempo el consumo disminuyó de 62.49989 kWh a 62.37491 kWh.



Fig. 49 Consumo y saldo del medidor de energía el día 23/10/2019 a las 11:47am.

Fuente: Autor

2.8. Cálculo de consumo

Se realizó una tabla en la cual constan valores entre \$1 y \$30 y los niveles o rango de consumo en kWh como se muestra en la tabla 2.1, los cuales van a ir cambiando de acuerdo a lo establecido en el Pliego Tarifario para las Empresas Eléctricas de Distribución que consta en el Anexo D.

TABLA 2. 1 Saldo en dólares en función de consumo (kWh).

saldo en dolares (\$)	rango de consumo 1-50	rango de consumo 51-100	rango de consumo 101-150	rango de consumo 151-200	rango de consumo 201-250	rango de consumo 251-300	rango de consumo 301-350	rango de consumo 351-500	rango de consumo 501-700	rango de consumo 701-1000	rango de consumo 1001-1500	rango de consumo 1501-2500	rango de consumo 2501-3500	superior
1	0,091	0,093	0,095	0,097	0,099	0,101	0,103	0,105	0,1285	0,145	0,1709	0,2752	0,436	0,6812
2	0,091	0,093	0,095	0,097	0,099	0,101	0,103	0,105	0,1285	0,145	0,1709	0,2752	0,436	0,6812
3	0,091	0,093	0,095	0,097	0,099	0,101	0,103	0,105	0,1285	0,145	0,1709	0,2752	0,436	0,6812
4	0,091	0,093	0,095	0,097	0,099	0,101	0,103	0,105	0,1285	0,145	0,1709	0,2752	0,436	0,6812
5	0,091	0,093	0,095	0,097	0,099	0,101	0,103	0,105	0,1285	0,145	0,1709	0,2752	0,436	0,6812
6	0,091	0,093	0,095	0,097	0,099	0,101	0,103	0,105	0,1285	0,145	0,1709	0,2752	0,436	0,6812
7	0,091	0,093	0,095	0,097	0,099	0,101	0,103	0,105	0,1285	0,145	0,1709	0,2752	0,436	0,6812
8	0,091	0,093	0,095	0,097	0,099	0,101	0,103	0,105	0,1285	0,145	0,1709	0,2752	0,436	0,6812
9	0,091	0,093	0,095	0,097	0,099	0,101	0,103	0,105	0,1285	0,145	0,1709	0,2752	0,436	0,6812
10	0,091	0,093	0,095	0,097	0,099	0,101	0,103	0,105	0,1285	0,145	0,1709	0,2752	0,436	0,6812
11	0,091	0,093	0,095	0,097	0,099	0,101	0,103	0,105	0,1285	0,145	0,1709	0,2752	0,436	0,6812
12	0,091	0,093	0,095	0,097	0,099	0,101	0,103	0,105	0,1285	0,145	0,1709	0,2752	0,436	0,6812
13	0,091	0,093	0,095	0,097	0,099	0,101	0,103	0,105	0,1285	0,145	0,1709	0,2752	0,436	0,6812
14	0,091	0,093	0,095	0,097	0,099	0,101	0,103	0,105	0,1285	0,145	0,1709	0,2752	0,436	0,6812
15	0,091	0,093	0,095	0,097	0,099	0,101	0,103	0,105	0,1285	0,145	0,1709	0,2752	0,436	0,6812
16	0,091	0,093	0,095	0,097	0,099	0,101	0,103	0,105	0,1285	0,145	0,1709	0,2752	0,436	0,6812
17	0,091	0,093	0,095	0,097	0,099	0,101	0,103	0,105	0,1285	0,145	0,1709	0,2752	0,436	0,6812
18	0,091	0,093	0,095	0,097	0,099	0,101	0,103	0,105	0,1285	0,145	0,1709	0,2752	0,436	0,6812
19	0,091	0,093	0,095	0,097	0,099	0,101	0,103	0,105	0,1285	0,145	0,1709	0,2752	0,436	0,6812
20	0,091	0,093	0,095	0,097	0,099	0,101	0,103	0,105	0,1285	0,145	0,1709	0,2752	0,436	0,6812
21	0,091	0,093	0,095	0,097	0,099	0,101	0,103	0,105	0,1285	0,145	0,1709	0,2752	0,436	0,6812
22	0,091	0,093	0,095	0,097	0,099	0,101	0,103	0,105	0,1285	0,145	0,1709	0,2752	0,436	0,6812
23	0,091	0,093	0,095	0,097	0,099	0,101	0,103	0,105	0,1285	0,145	0,1709	0,2752	0,436	0,6812
24	0,091	0,093	0,095	0,097	0,099	0,101	0,103	0,105	0,1285	0,145	0,1709	0,2752	0,436	0,6812
25	0,091	0,093	0,095	0,097	0,099	0,101	0,103	0,105	0,1285	0,145	0,1709	0,2752	0,436	0,6812
26	0,091	0,093	0,095	0,097	0,099	0,101	0,103	0,105	0,1285	0,145	0,1709	0,2752	0,436	0,6812
27	0,091	0,093	0,095	0,097	0,099	0,101	0,103	0,105	0,1285	0,145	0,1709	0,2752	0,436	0,6812
28	0,091	0,093	0,095	0,097	0,099	0,101	0,103	0,105	0,1285	0,145	0,1709	0,2752	0,436	0,6812
29	0,091	0,093	0,095	0,097	0,099	0,101	0,103	0,105	0,1285	0,145	0,1709	0,2752	0,436	0,6812
30	0,091	0,093	0,095	0,097	0,099	0,101	0,103	0,105	0,1285	0,145	0,1709	0,2752	0,436	0,6812

Para poder conocer el consumo en kWh que indica el medidor de energía prepago se realizó una tabla como se muestra en la tabla 2.2, la cual varía de acuerdo al saldo y la tarifa definida anteriormente de acuerdo al rango de consumo.

la siguiente ecuación muestra cómo se realiza el cálculo de consumo en kWh de acuerdo al rango de consumo y su valor a cobrar:

$$\text{consumo}(kWh) = \text{saldo}/\text{USD}kWh(\$) \quad (5)$$

TABLA 2. 2 Consumo en kWh en función del saldo y rango de consumo

	rango de consumo 1-50	rango de consumo 51-100	rango de consumo 101-150	rango de consumo 151-200	rango de consumo 201-250	rango de consumo 251-300	rango de consumo 301-350	rango de consumo 351-500	rango de consumo 501-700	rango de consumo 701-1000	rango de consumo 1001-1500	rango de consumo 1501-2500	rango de consumo 2501-3500	superior
Consumo en kWh	10,989011	10,7526882	10,5263158	10,3092784	10,1010101	9,9009901	9,70873786	9,52380952	7,78210117	6,89655172	5,85137507	3,63372093	2,29357798	1,46799765
	21,978022	21,5053763	21,0526316	20,6185567	20,2020202	19,8019802	19,4174757	19,047619	15,5642023	13,7931034	11,7027501	7,26744186	4,58715596	2,9359953
	32,967033	32,2580645	31,5789474	30,9278351	30,3030303	29,7029703	29,1262136	28,5714286	23,3463035	20,6896552	17,5541252	10,9011628	6,88073394	4,40399295
	43,956044	43,0107527	42,1052632	41,2371134	40,4040404	39,6039604	38,8349515	38,0952381	31,1284047	27,5862069	23,4055003	14,5348837	9,17431193	5,8719906
	54,9450549	53,7634409	52,6315789	51,5463918	50,5050505	49,5049505	48,5436893	47,6190476	38,9105058	34,4827586	29,2568754	18,1686047	11,4678899	7,33998826
	65,9340659	64,516129	63,1578947	61,8556701	60,6060606	59,4059406	58,2524272	57,1428571	46,692607	41,3793103	35,1082504	21,8023256	13,7614679	8,80798591
	76,9230769	75,2688172	73,6842105	72,1649485	70,7070707	69,3069307	67,961165	66,6666667	54,4747082	48,2758621	40,9596255	25,4360465	16,0550459	10,2759836
	87,9120879	86,0215054	84,2105263	82,4742268	80,8080808	79,2079208	77,6699029	76,1904762	62,2568093	55,1724138	46,8110006	29,0697674	18,3486239	11,7439812
	98,9010989	96,7741935	94,7368421	92,7835052	90,9090909	89,1089109	87,3786408	85,7142857	70,0389105	62,0689655	52,6623757	32,7034884	20,6422018	13,2119789
	109,89011	107,526882	105,263158	103,092784	101,010101	99,009901	97,0873786	95,2380952	77,8210117	68,9655172	58,5137507	36,3372093	22,9357798	14,6799765
	120,879121	118,27957	115,789474	113,402062	111,111111	108,910891	106,796117	104,761905	85,6031128	75,862069	64,3651258	39,9709302	25,2293578	16,1479742
	131,868132	129,032258	126,315789	123,71134	121,212121	118,811881	116,504854	114,285714	93,385214	82,7586207	70,2165009	43,6046512	27,5229358	17,6159718
	142,857143	139,784946	136,842105	134,020619	131,313131	128,712871	126,213592	123,809524	101,167315	89,6551724	76,067876	47,2383721	29,8165138	19,0839695
	153,846154	150,537634	147,368421	144,329897	141,414141	138,613861	135,92233	133,333333	108,949416	96,5517241	81,919251	50,872093	32,1100917	20,5519671
	164,835165	161,290323	157,894737	154,639175	151,515152	148,514851	145,631068	142,857143	116,731518	103,448276	87,7706261	54,505814	34,4036697	22,0199648
	175,824176	172,043011	168,421053	164,948454	161,616162	158,415842	155,339806	152,380952	124,513619	110,344828	93,6220012	58,1395349	36,6972477	23,4879624
	186,813187	182,756999	178,947368	175,257732	171,717172	168,316832	165,048544	161,904762	132,29572	117,241379	99,4733762	61,7732558	38,9908257	24,9559601
	197,802198	193,548387	189,473684	185,56701	181,818182	178,217822	174,757282	171,428571	140,077821	124,137931	105,324751	65,4069767	41,2844037	26,4239577
	208,791209	204,301075	200	195,876289	191,919192	188,118812	184,466019	180,952381	147,859922	131,034483	111,176126	69,0406977	43,5779817	27,8919554
	219,78022	215,053763	210,526316	206,185567	202,020202	198,019802	194,174757	190,47619	155,642023	137,931034	117,027501	72,6744186	45,8715596	29,359953
	230,769231	225,806452	221,052632	216,494845	212,121212	207,920792	203,883495	200	163,424125	144,827586	122,878877	76,3081395	48,1651376	30,8279507
	241,758242	236,55914	231,578947	226,804124	222,222222	217,821782	213,592233	209,52381	171,206226	151,724138	128,730252	79,9418605	50,4587156	32,2959483
	252,747253	247,311828	242,105263	237,113402	232,323232	227,722772	223,300971	219,047619	178,988327	158,62069	134,581627	83,5755814	52,7522936	33,763946
	263,736264	258,064516	252,631579	247,42268	242,424242	237,623762	233,009709	228,571429	186,770428	165,517241	140,433002	87,2093023	55,0458716	35,2319436
	274,725275	268,817204	263,157895	257,731959	252,525253	247,524752	242,718447	238,095238	194,552529	172,413793	146,284377	90,8430233	57,3394495	36,6999413
	285,714286	279,569892	273,684211	268,041237	262,626263	257,425743	252,427184	247,619048	202,33463	179,310345	152,135752	94,4767442	59,6330275	38,1679389
	296,703297	290,322581	284,210526	278,350515	272,727273	267,326733	262,135922	257,142857	210,116732	186,206897	157,987127	98,1104651	61,9266055	39,6359366
	307,692308	301,075269	294,736842	288,659794	282,828283	277,227723	271,84466	266,666667	217,898833	193,103448	163,838502	101,744186	64,2201835	41,1039342
	318,681319	311,827957	305,263158	298,969072	292,929293	287,128713	281,553398	276,190476	225,680934	200	169,689877	105,377907	66,5137615	42,5719319
	329,67033	322,580645	315,789474	309,278351	303,030303	297,029703	291,262136	285,714286	233,463035	206,896552	175,541252	109,011628	68,8073394	44,0399295

2.9. Contador inverso en función de recarga

El contador inverso de recarga tomara los valores de saldo (en dólares) y el consumo del sistema; lo que hará el contador inverso es que cada vez que el consumo llegue a 1.000000kWh el saldo se reducirá 8 ctvs., como se muestra en la figura 50, debido a que la tarifa residencial según la empresa distribuidora de energía eléctrica en la ciudad de Ibarra (EMELNORTE) en su tarifa tiene que por cada kilovatio-hora se cobrará 8 centavos en su planilla libre de los rubros extra que se cobran.

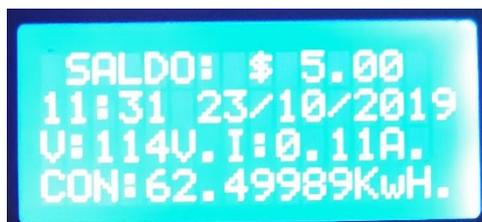


Fig. 50 Datos que indica el medidor de energía prepago.

Fuente: Autor

2.9.1. Codificación para la aplicación que genera el código único de recarga

```
using System;

using System.Collections.Generic;

using System.ComponentModel;

using System.Data;

using System.Drawing;

using System.Linq;

using System.Text;

using System.Threading.Tasks;

using System.Windows.Forms;

using System.IO.Ports;

using System.IO;

using System.Data.OleDb;

namespace serialv1

{

    public partial class Form1 : Form

    {

        static SerialPort serialPort1;

        OleDbConnection con = new

OleDbConnection(@"Provider=Microsoft.Jet.OLEDB.4.0;Data

Source=C:\Users\DeII\Downloads\proyecto\Basev01.mdb");
```

```
OleDbConnection conn = new  
OleDbConnection(@"Provider=Microsoft.Jet.OLEDB.4.0;Data  
Source=C:\Users\Dell\Downloads\proyecto\Basev01.mdb");
```

```
int count = 0;
```

```
int contador; /// Contador de recargas cada vez que hace clic ahí en generar
```

```
int recargabot = 0; ///Recarga valores de 0 a 10 dolares dependiendo del boton
```

```
DateTime fecha = DateTime.Now;
```

```
int confirm = 0;
```

```
mostrar1.Text = medidortex + fechatex +recargatex + "0" + tipotex + contadortex;
```

```
encrip.Text = recargatex + contadortex + fechatex + "0" +tipotex + medidortex;
```

El desarrollo de la aplicación que genera el código para poder realizar la recarga es de gran ayuda ya que el usuario puede hacer su recarga en cualquier punto de venta y a la hora que el usuario desee.

2.10. Despliegue de alarmas

En la pantalla aparecerá "REVISIÓN NO AUTORIZADA SISTEMA BLOQUEADO" cuando el usuario intente abrir el medidor sin ninguna autorización o para realizar operaciones malintencionadas; como se muestra en la figura 51.



Fig. 51 Alarma del medidor al manipular sin autorización el medidor

Fuente: Autor

Si en la pantalla aparece el texto “DIGITE TECLA #” el usuario deberá presionarla para que a continuación pueda ingresar el código, como se muestra en la figura 52.

Una vez ingresado el código de 20 dígitos se deberá presionar de nuevo la tecla numeral (#) para finalizar el ingreso del código y que el medidor valide su autenticidad.



Fig. 52 Indicador de ingreso de clave para recarga de saldo

Fuente: Autor

Una vez que en la pantalla aparezca el enunciado “DIGITE LA CLAVE” el usuario podrá ingresar el código, como se indica en la figura 53.



Fig. 53 Indicador de ingreso de clave de 20 dígitos para recarga de saldo

Fuente: Autor

Si el usuario ingresa correctamente el código de 20 dígitos en la pantalla aparecerá el texto “CLAVE CORRECTA” como se muestra en la figura 54. Posteriormente aumenta el valor que se hizo de recarga al que ya posee el medidor.



Fig. 54 Indicador de clave correcta

Fuente: Autor

El usuario tiene 3 intentos para digitar la clave ya que se puede equivocar al primer intento, como se indica en la figura 55. O al momento de manipular el teclado.

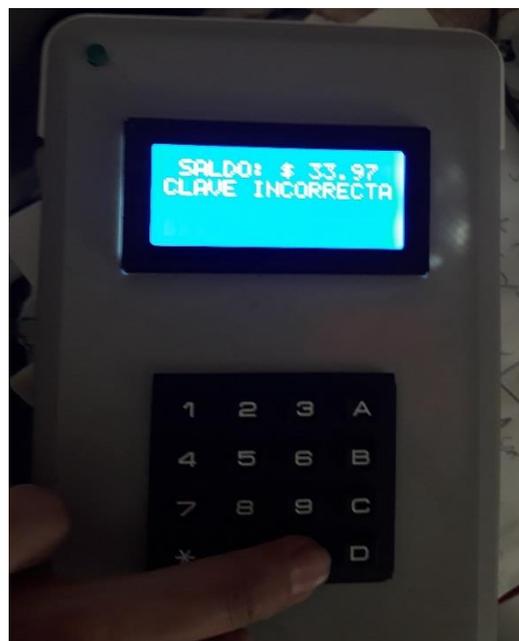


Fig. 55 Indicador de ingreso de clave incorrecta

Fuente: Autor

Una vez realizado los tres intentos y son erróneos, en la pantalla aparecerá el siguiente texto “INGRESE CLAVE SISTEMA BLOQUEADO” como se indica en la figura 56.

Para que se desbloquee el medidor el usuario debe acercarse a la Empresa Distribuidora de Energía para que ingresen el código el cual habilitara nuevamente el sistema.



Fig. 56 Indicador de bloqueo del sistema por ingresar el código 3 veces erróneamente.

Fuente: Autor

En la pantalla aparecerá “INSERTAR MICRO SD Y REINICIAR EL SISTEMA” cuando se intente extraer la memoria micro SD que posee el medidor de energía prepago sin ningún tipo de autorización; como se observa en la figura 57.

Para que siga con su funcionamiento el medidor, se debe colocar la memoria micro SD en su lugar posteriormente apagar el medidor y volver a prenderlo.



Fig. 57 Indicador de bloqueo del sistema por extraer la memoria micro SD.

Fuente: Autor

2.11. Comparación entre prototipo de medidor energía prepago vs medidor comercial

Para realizar una comparación entre 2 medidores se conectó en serie tanto el prototipo de medidor de energía prepago y un medidor comercial de la Empresa Eléctrica Quito Inc. como se muestra en la figura 58.

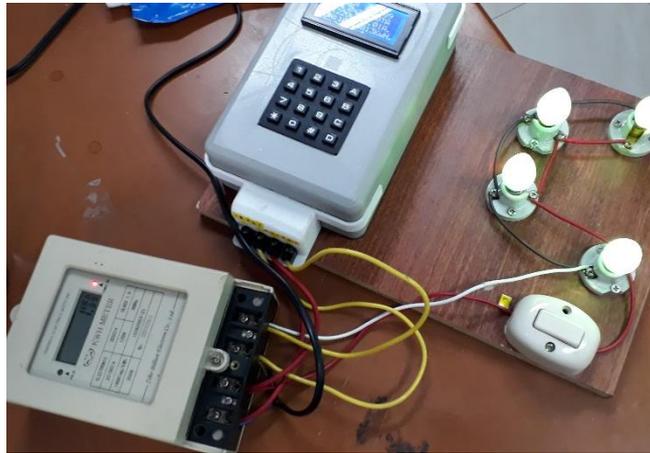


Fig. 58. Conexión serie de 2 medidores de energía.

Fuente: Autor

Se tomó datos desde las 15:00, a partir de ese tiempo se dejó que ambos medidores marquen el consumo que tienen los 4 casquillos E14. Los datos se tomaron por un lapso de tiempo prolongado a fin de que se pueda evidenciar un valor considerable para realizar su comparación.

Inicialmente se hizo una recarga de \$10.00 en el medidor de Energía Prepago por lo que el consumo restante es de 109.8901 kWh. Conforme pasa el tiempo este valor va ir disminuyendo paulatimanete. En cambio el medidor comercial inicio en 0kWh, conforme transcurre el tiempo va ir aumentando su consumo.

Por lo tanto el medidor comercial de la empresa eléctrica quito marca un consumo de 1.38 kWh, mientras el prototipo muestra un consumo de 108.6813 kWh, como se indica en la figura 59.



Fig. 59. Valores tomados luego de un lapso de tiempo

Fuente: Autor

Para poder entender la comparación se procedió a realizar cálculos mediante ecuaciones las cuales se detallan a continuación:

TABLA 2. 3 Consumo en kWh de los 2 medidores

	MEDIDOR COMERCIAL EMPRESA ELÉCTRICA QUITO	PROTOTIPO DE MEDIDOR DE ENERGÍA PREPAGO
CONSUMO EN KWH	1,38 KWH	108,6813 KWH

Si el medidor de energía prepago en un lapso de tiempo disminuyo su consumo de 109.8901 kWh a 108.6813 kWh. El valor que disminuyo fue 1.2088kWh.

$$Con. = consumoI - consumoF$$

Donde:

Con= consumo en kWh agotado.

consumoI= consumo en kWh inicial

consumoF= consumo final transcurrido un lapso de tiempo

$$Con. = 109.8901 - 108.6813 [kWh]$$

$$Con. = 1.2088 [kWh]$$

Se realizó una comprobación de ambos medidores para ver que margen de error tiene su medición. Para lo cual se realizó la siguiente operación:

$$\text{Consumo en funcion del saldo} = \text{consumo del prototipo MEP} + \text{consumo MC. [kWh]}$$

$$\text{Consumo en funcion del saldo} = 108.6813 + 1.38 [kWh]$$

$$\text{Consumo en funcion del saldo} = 110.0613 [kWh]$$

Donde:

MEP= medidor de energía prepago

MC= medidor comercial

Tomando en cuenta estos datos se llegó a la conclusión que existe un error de 0.1712 kWh al realizar esta comparación tanto del medidor comercial y el prototipo de medidor de energía prepago.

CAPÍTULO 3

3. Resultados

Esta sección se enfoca en las pruebas de funcionamiento del prototipo, se comprobó el funcionamiento del medidor, y luego en conjunto con el sistema eléctrico (red de bajo voltaje), las mismas que se desarrollaran en un ambiente idóneo, o ya sea en el laboratorio.

Para obtener datos del prototipo se colocó en la red eléctrica ya sea en un domicilio o en laboratorio de la Universidad Técnica del Norte, se utilizará instrumentos de medición para comparar con los valores que proporciona el medidor.

Se conectaron casquillos E14 al medidor como se muestra en la figura 60, simulando que es el cableado de un domicilio común y corriente a fin de poder obtener los datos del consumo que producen estos casquillos E14, de acuerdo a la fecha y hora en la que están en funcionamiento.



Fig. 60 Conexión de 3 luminarias hacia el medidor.

Fuente: Autor

Con este medidor se pudo obtener datos de voltaje, corriente, potencia, consumo y saldo. Cabe señalar que los valores de consumo y saldo van a ir cambiando dependiendo de la carga que está conectada al medidor.

El saldo que posee el medidor disminuye cuando el consumo llegue a 1Kwh caso contrario mantendrá el valor que indica la pantalla.

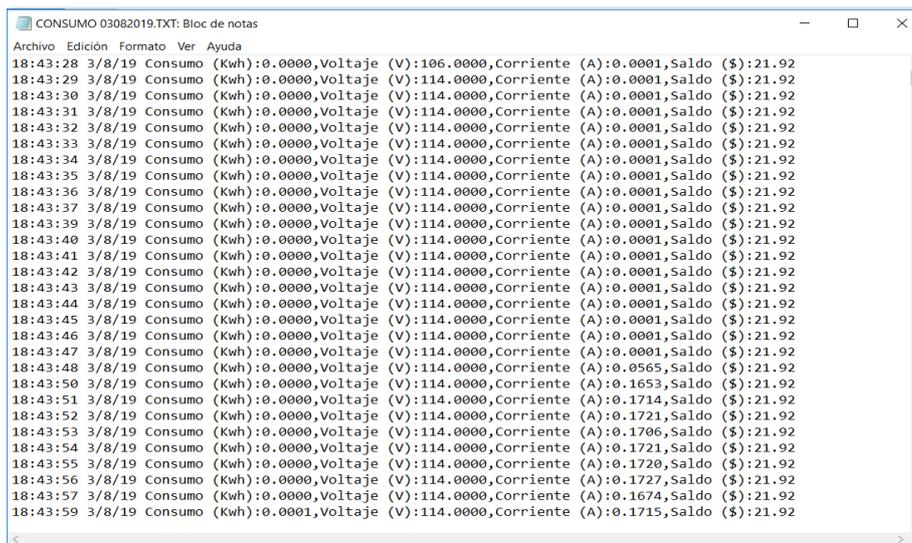


Fig. 61 Datos del medidor en Bloc de notas

Fuente: Autor

Con los datos obtenidos de la micro SD del medidor de energía prepago tal como se indica en la figura 61, se llegó a la conclusión que el voltaje se mantiene constante, lo único que varía es la corriente, el consumo y el saldo.

Al medidor se le aplico diferentes pruebas para validar su funcionamiento las cuales se detallan a continuación:

3.1. Comparación de mediciones con instrumentos de medida:

Se realizó la medición con una pinza amperimétrica Fluke 327 la cual mostró una corriente de 0.1A como se muestra en la figura 62, la misma que fue comparada con la corriente que indica el medidor de energía prepago y estableció un error de 0.02A.



Fig. 62 Medición de corriente con una pinza amperimétrica Fluke 327.

Fuente: Autor

Para medir el voltaje al que está conectado el medidor de energía prepago se utilizó una pinza amperimétrica Fluke 321 la cual indica un valor de 124.1V, mismo que fue comparado con el valor que señala el medidor el cual muestra 122V, como se muestra en la figura 63; tomando en cuenta esto, se llega a la conclusión que existe un rango de error de 2.1V de diferencia.



Fig. 63 Voltaje medido con una pinza amperimétrica Fluke 321

Fuente: Autor

Como se muestra en la figura 64, se utilizó un multímetro Fluke 117 para medir el voltaje que está conectado al medidor el cual establece un valor de 123.5V.



Fig. 64 Voltaje medido con un multímetro.

Fuente: Autor

3.2. Pruebas de funcionamiento.

3.2.1. Prueba con carga de 1 luminaria sin interruptor:

Como se observa en la ilustración 65, la luminaria está conectada a un voltaje de 122V, absorbe una corriente de 0.03A. El valor obtenido fue tomado a las 11:38 horas del 24 de octubre del 2019.



Fig. 65 Carga de 1 luminaria conectada al medidor.

Fuente: Autor

3.2.2. Prueba con carga de 1 luminaria con interruptor:

La luminaria está conectada a un voltaje de 122V, absorbe una corriente de 0.03A, se tomó los datos a las 11:46 del 24 de Octubre del 2019 como se muestra en la figura 66.

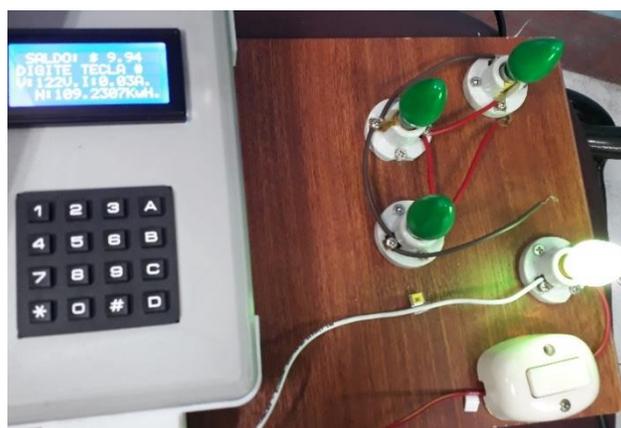


Fig. 66 Carga conectada al medidor de energía prepago.

Fuente: Autor

3.2.3. Prueba con carga de 4 luminarias sin interruptor:

Como se observa en la figura 67. Los casquillos E14 están conectados a un voltaje de 122V, absorbe una corriente de 0.18A, se consideró los valores del medidor a las 11:33 horas.



Fig. 67 Luminarias sin interruptor conectadas al medidor.

Fuente: Autor

3.2.4. Prueba con carga de 4 luminarias con interruptor:

Las 3 luminarias están conectadas a un voltaje de 122V, absorbe una corriente de 0.18A, se consideró los valores del medidor desde las 17:49 horas hasta la 18:35 horas del 23 de octubre del 2019 como se muestra en la figura 68.



Fig. 68 Carga de 4 luminarias conectadas al medidor.

Fuente: Autor

3.2.5. Prueba de detección de manipulación indebida del medidor:

Para esta prueba se efectuó 5 intentos de abrir el medidor por lo que se obtuvo como resultado que si alguien intenta abrir el medidor para manipular o causar daño al dispositivo

este bloqueará el sistema por un lapso de tiempo como indica la figura 69; hasta que la persona selle de nuevo el medidor de energía prepago.



Fig. 69 Revisión no autorizada del medidor.

Fuente: Autor

3.2.6. Prueba de almacenamiento de datos:

La finalidad de esta prueba es verificar que el medidor almacene sus datos ante cortes de energía. Para ellos se sometió al medidor a varios cortes de energía con un lapso de 100, 200 y 400 segundos durante un día. En lo cual se observó que la memoria micro SD tiene la capacidad de guardar todos los valores generados antes del corte de energía.

TABLA 3. 1 Datos de la Memoria micro SD

HORA	MINUTOS	SEGUNDOS	FECHA		CONSUMO		VOLTAJE		CORRIENTE		SALDO				
17	40	29	24/7/2019	Consumo	(Kwh)	0.000	Voltaje	(V)	114,0000	Corriente	(A)	0.0612	Saldo	(\$)	10.00
17	40	30	24/7/2019	Consumo	(Kwh)	0.000	Voltaje	(V)	114,0000	Corriente	(A)	0.0605	Saldo	(\$)	10.00
12	53	39	28/7/2019	Consumo	(Kwh)	0.000	Voltaje	(V)	114,0000	Corriente	(A)	0.0582	Saldo	(\$)	15.00
12	53	40	28/7/2019	Consumo	(Kwh)	0.000	Voltaje	(V)	114,0000	Corriente	(A)	0.0576	Saldo	(\$)	15.00
12	53	41	28/7/2019	Consumo	(Kwh)	0.000	Voltaje	(V)	114,0000	Corriente	(A)	0.0576	Saldo	(\$)	15.00
12	53	42	28/7/2019	Consumo	(Kwh)	0.000	Voltaje	(V)	114,0000	Corriente	(A)	0.0590	Saldo	(\$)	15.00
14	11	14	28/7/2019	Consumo	(Kwh)	0.000	Voltaje	(V)	114,0000	Corriente	(A)	0.0594	Saldo	(\$)	14.99
14	11	15	28/7/2019	Consumo	(Kwh)	0.000	Voltaje	(V)	114,0000	Corriente	(A)	0.0577	Saldo	(\$)	14.99
10	45	58	2/8/2019	Consumo	(Kwh)	0.000	Voltaje	(V)	114,0000	Corriente	(A)	0.0001	Saldo	(\$)	20.92
10	46	3	2/8/2019	Consumo	(Kwh)	0.000	Voltaje	(V)	114,0000	Corriente	(A)	0.0001	Saldo	(\$)	20.92
10	56	38	2/8/2019	Consumo	(Kwh)	0.000	Voltaje	(V)	114,0000	Corriente	(A)	0.1672	Saldo	(\$)	20.92
12	40	27	2/8/2019	Consumo	(Kwh)	0.026	Voltaje	(V)	114,0000	Corriente	(A)	0.1603	Saldo	(\$)	20.92
12	40	28	2/8/2019	Consumo	(Kwh)	0.026	Voltaje	(V)	114,0000	Corriente	(A)	0.1605	Saldo	(\$)	20.92
12	40	29	2/8/2019	Consumo	(Kwh)	0.026	Voltaje	(V)	114,0000	Corriente	(A)	0.1597	Saldo	(\$)	20.92
17	25	17	3/8/2019	Consumo	(Kwh)	0.004	Voltaje	(V)	114,0000	Corriente	(A)	0.1687	Saldo	(\$)	21.92
17	25	19	3/8/2019	Consumo	(Kwh)	0.004	Voltaje	(V)	114,0000	Corriente	(A)	0.1717	Saldo	(\$)	21.92
17	25	20	3/8/2019	Consumo	(Kwh)	0.004	Voltaje	(V)	114,0000	Corriente	(A)	0.1652	Saldo	(\$)	21.92
17	25	21	3/8/2019	Consumo	(Kwh)	0.004	Voltaje	(V)	114,0000	Corriente	(A)	0.1718	Saldo	(\$)	21.92
17	25	22	3/8/2019	Consumo	(Kwh)	0.004	Voltaje	(V)	114,0000	Corriente	(A)	0.1696	Saldo	(\$)	21.92
17	25	23	3/8/2019	Consumo	(Kwh)	0.004	Voltaje	(V)	114,0000	Corriente	(A)	0.1672	Saldo	(\$)	21.92

3.2.7. Extracción de memoria micro SD:

Si se extrae la memoria micro SD del medidor sin autorización el sistema se bloquea hasta que se ingrese de nuevo la SD, lo cual ayuda a que no exista hurto de energía, como se indica en la figura 70.



Fig. 70 Memoria micro SD extraída del medidor.

Fuente: Autor

3.3. Graficas obtenidas

La figura 71 muestra el voltaje del sistema, en un principio el voltaje empezó con 106v, para posteriormente mantenerse constante o fijo en 114V.

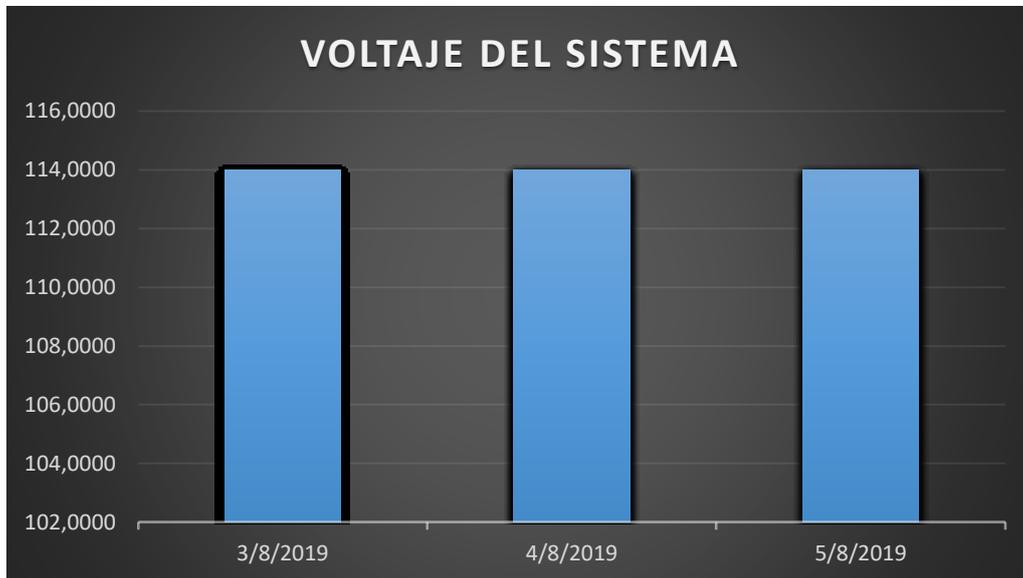


Fig. 71 Voltaje del sistema.

Fuente: Autor

La corriente del sistema varía dependiendo la carga que está conectada al medidor, en este caso están conectadas tres lámparas de 7W cada una, por lo tanto no van a tener un valor fijo sino que va estar en constante cambio, no muy notable ya que solo cambia el orden decimal; como se indica en la figura 72.

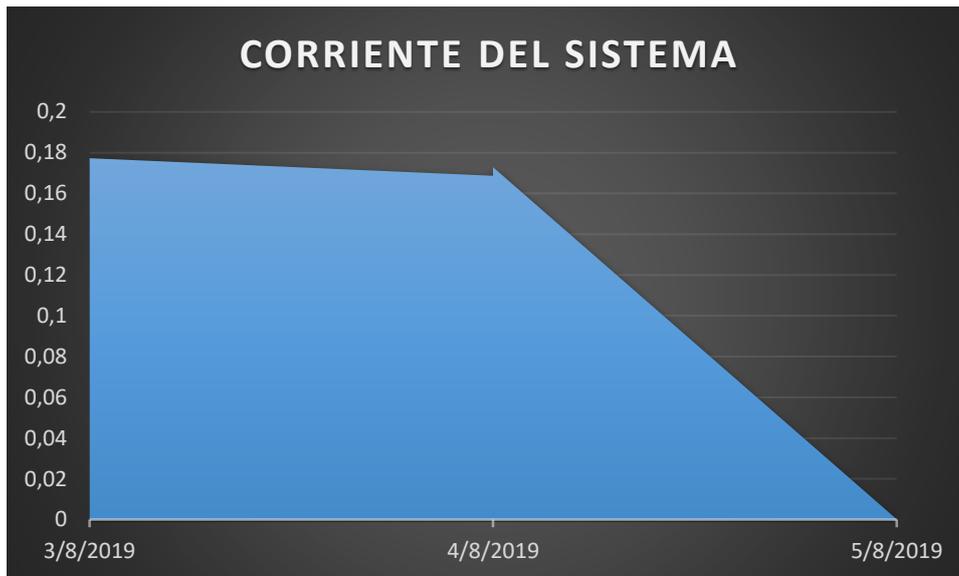


Fig. 72 Corriente del sistema.

Fuente: Autor

La figura 73 muestra como varia la corriente del sistema de acuerdo a la carga que se conecte al sistema. La toma de datos se realizó desde 03 de agosto del 2019 hasta 05 de agosto del 2019 por lo que al término de esta fecha la corriente disminuye a cero.

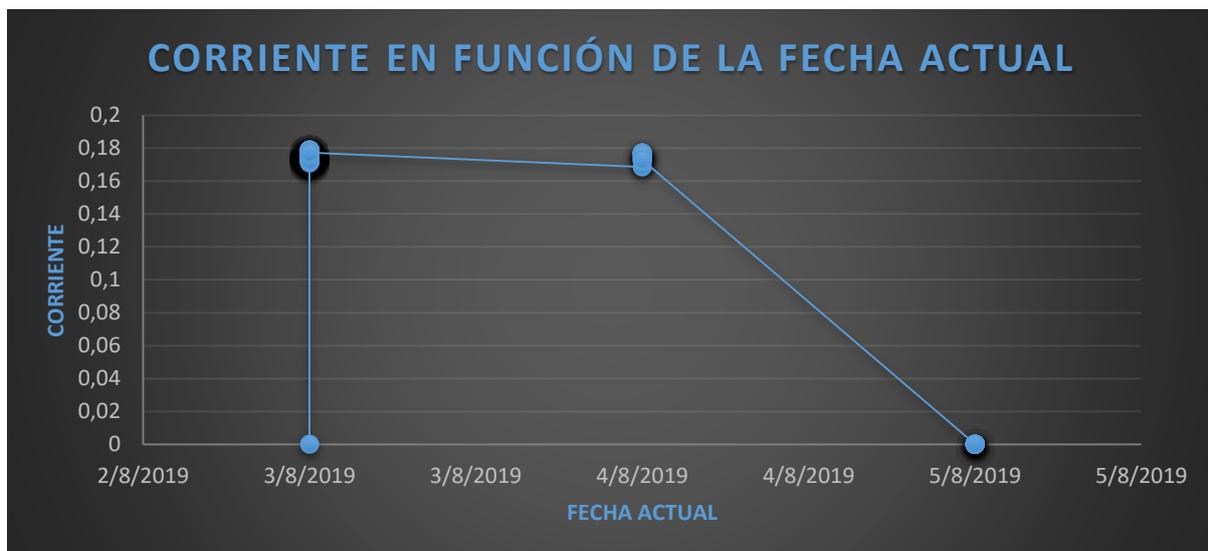


Fig. 73 Corriente en función de fecha actual.

Fuente: Autor

Como se muestra en la figura 74 la toma de datos empezó el 03/08/2019 y finalizó el 05/08/2019 en el cual se observa que inicia con un valor de 106.1V y luego se mantiene fijo con un valor de 114V el cual se mantendrá constante.

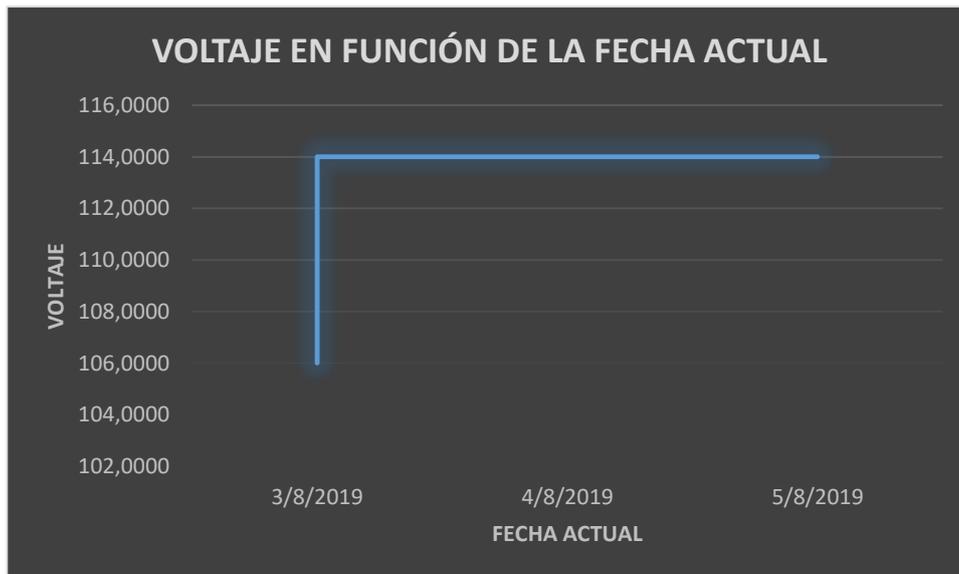


Fig. 74 Voltaje en función de fecha actual.

Fuente: Autor

Se tomó una muestra de 105 datos más relevantes obtenidos de la micro SD del medidor, en el cual se indica cómo va disminuyendo el saldo en función del consumo que realiza el usuario, ya que si existe más carga conectada al medidor, el consumo va a aumentar y por ende el saldo va a disminuir paulatinamente, como se indica en la figura 75.

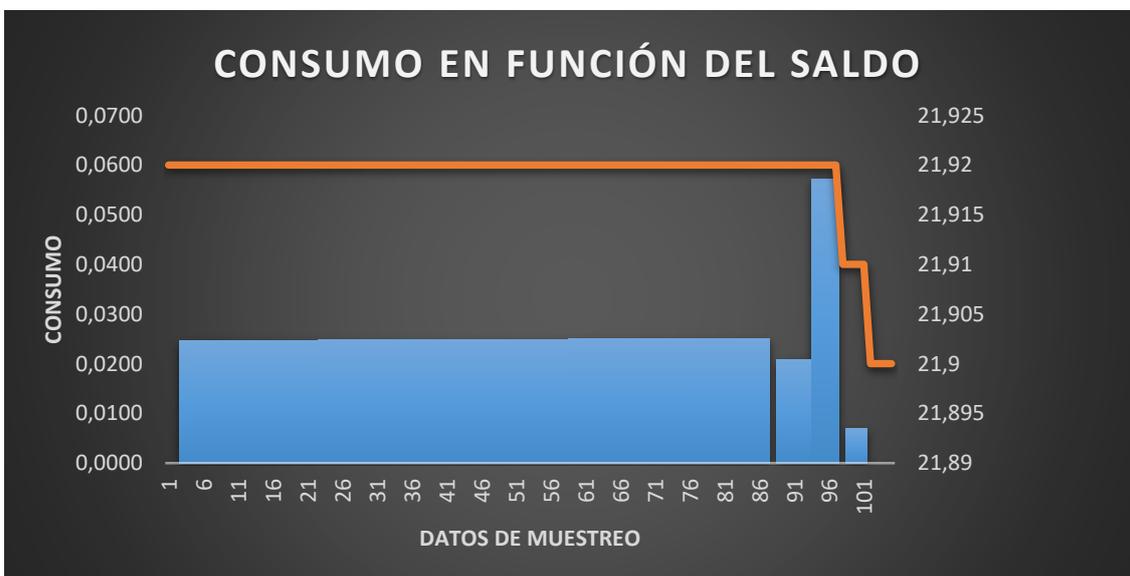


Fig. 75 Consumo en función del saldo

Fuente: Autor

Conclusiones:

- La implementación del medidor de energía prepago en viviendas da un resultado positivo ya que soluciona problemas como son hurto de energía en zonas consideradas como conflictivas, morosidad del usuario en su planilla, o toma de lecturas erróneas o no tomadas.
- Los datos del medidor de energía prepago; fecha, hora, voltaje, corriente, potencia, consumo y saldo son guardados cada 600 segundos en la memoria micro SD que posee el medidor, los cuales no se borrarán si existe un corte de electricidad.
- El sistema prepago permite que el usuario compre energía cuando lo requiera, y el valor que desee, es decir el cliente administra su consumo, con el fin de que no se quede sin servicio eléctrico y tenga que pagar valores por reconexión.
- El prototipo desarrollado es capaz de medir voltaje, corriente, potencia, consumo del sistema en el orden de los kWh lo que facilita visualizar cuanto se consume de energía, y el saldo en dólares que posee el usuario en el medidor, lo cual hace que se valide su funcionamiento. Además es capaz de bloquear el sistema ya que posee sensores que cortan el servicio eléctrico cuando el medidor está siendo manipulado por personas particulares sin previa autorización.
- El sistema prepago permite regularizar, examinar, y descartar conexiones clandestinas, las cuales eran difíciles de identificar con el sistema electromecánico y a su vez disminuye pérdidas técnicas, ya que al ser un medidor totalmente sellado tiene un menor autoconsumo en comparación con un medidor electromecánico.

Recomendaciones:

- Se debe seleccionar los elementos electrónicos idóneos para desarrollar un medidor de energía prepago esencialmente se debe escoger el microcontrolador más óptimo y que cumpla las condiciones a las que se lo va a someter, ya que es el dispositivo más importante en el montaje de un medidor de energía.
- Se debe implementar medidores de energía prepago en sectores rurales o en zonas consideradas como conflictivas ya que tendrían óptimos resultados como es reducir los índices de morosidad que poseen las empresas distribuidoras de energía eléctrica.
- Fomentar el ahorro de energía mediante el uso de medidores de energía prepago, para que el usuario distribuya bien su consumo y a la vez el dinero que gastaría mensualmente en recargas de saldo al medidor.
- Las empresas distribuidoras de energía eléctrica deben establecer diferentes puntos de venta de recargas de saldo, para que el usuario lo pueda hacer a la hora que desee y así evita trasladarse hasta una empresa distribuidora de energía eléctrica y hacer largas filas.
- Tomar en cuenta como base este trabajo de grado para la generación de nuevos proyectos enfocados al ahorro de energía, generación de recarga a través de dispositivos móviles con la tarjeta de crédito o débito, a base de tarjetas, WI-FI, llaves encriptadas o a su vez enfocado en el subarrendamiento de edificios o en zonas de difícil acceso.

Bibliografía

(s.f.).

(ARCONEL), A. d. (Enero de 2016). Pliego tarifario para las empresas electricas . *Servicio Público de energía eléctrica* . Ecuador.

Alegsa, L. (13 de Noviembre de 2008). *alegsa.com.ar*. Obtenido de *alegsa.com.ar*:
<http://www.alegsa.com.ar/Dic/rtc.php>

Álvarez, J. A. (Marzo de 2016). *asifunciona.com*. Obtenido de *asifunciona.com*:
http://www.asifunciona.com/fisica/ke_led/ke_led_3.htm

Amieva, E. (13 de Diciembre de 2015). *Criptografía: simétrica, asimétrica e híbrida*. Obtenido de *enekoamieva.com*: <https://enekoamieva.com/criptografia-simetrica-asimetrica-e-hibrida/>

Bustos, L. (2015). Importación de medidores electrónicos monofasicos digitales de energía eléctrica desde Shangai-China. *Importación de medidores electrónicos monofasicos digitales de energía eléctrica desde Shangai-China*. Quito, Pichincha, Ecuador.

Cashpower.com. (Noviembre de s.f.). Obtenido de *Cashpower.com*: www.cashpower.com

Costas, S. (03 de Agosto de 2016). *frizzy.es*. Obtenido de *frizzy.es*:
<https://frizzy.es/2016/08/03/stm32f103c8t6/>

Diego Samaniego, D. V. (Agosto de 2016). Diseño e implementacion de un medidor de energía electrónico para vivienda, con orientación a la prevención de consumo y ahorro energético. Cuenca, Azuay, Ecuador.

DIVERTEKA. (10 de Marzo de 2014). Obtenido de <http://www.diverteka.com/?p=1966>

Hilwadi Hindersah, A. P. (17-19 de Julio de 2011). Prototype Development of Single Phase Prepaid. *Prototype Development of Single Phase Prepaid*. Bandung, Indonesia.

Hora, D. L. (12 de Marzo de 2012). *Se implementa luz prepago en el Valle del Chota*. Ibarra, Imbabura, Ecuador.

Hora, D. L. (02 de Abril de 2012). Emelnorte no quieren más pérdidas. *Emelnorte no quieren más pérdidas*. Ibarra, Imbabura, Ecuador.

- Islam, M. M. (2012). Electronic energy meter with remote monitoring and billing system. *Electronic energy meter with remote monitoring and billing system.*
- Jairo A. Armijos A., Á. D. (Marzo de 2016). Diseño de un medidor inteligente con funciones de respuesta a la demanda en infraestructuras de medición avanzada. *Diseño de un medidor inteligente con funciones de respuesta a la demanda en infraestructuras de medición avanzada.* Cuenca, Azuay, Ecuador.
- Keil, A. (2019). *Arm Keil.* Obtenido de uVision IDE: <http://www2.keil.com/mdk5/uvision/>
- KiCad. (22 de Abril de 2019). *KiCad.com.* Obtenido de <http://docs.kicad-pcb.org/5.1.2/en/kicad/kicad.pdf>
- León, M. A. (2015). *repository.usta.edu.co.* Obtenido de repository.usta.edu.co: <https://repository.usta.edu.co/bitstream/handle/11634/3575/BarrancoMancer2015.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Llamas, L. (07 de Mayo de 2015). *luisllamas.es.* Obtenido de luisllamas.es: <https://www.luisllamas.es/stm32f103-el-competidor-arm-de-arduino-de-bajo-coste/>
- Llamas, L. (4 de Noviembre de 2016). *luisllamas.es.* Obtenido de luisllamas.es: <https://www.luisllamas.es/conectar-arduino-a-una-pantalla-oled-de-0-96/>
- Llamas, L. (18 de Octubre de 2016). *luisllamas.es.* Obtenido de <https://www.luisllamas.es/reloj-y-calendario-en-arduino-con-los-rtc-ds1307-y-ds3231/>
- Llamas, L. (16 de Octubre de 2016). *luisllamas.es.* Obtenido de luisllamas.es: <https://www.luisllamas.es/tarjeta-micro-sd-arduino/>
- Llamas, L. (14 de Noviembre de 2016). *luisllamas.es.* Obtenido de luisllamas.es: <https://www.luisllamas.es/entrada-analogica-adc-de-16-bits-con-arduino-y-ads1115/>
- Macho, J. C. (Diciembre de 2015). *www.prometec.net.* Obtenido de www.prometec.net: <https://www.prometec.net/fuentes-step-down/>
- Md. Mejbaul Haque, M. K. (Diciembre de 2011). Microcontroller Based Single Phase Digital Prepaid Energy Meter. *Microcontroller Based Single Phase Digital Prepaid Energy Meter.*
- Mendoza, D. G. (2014). Beneficios económicos, sociales y empresariales generados con la implementación de un Sistema de Facturación Prepago de Energía en el Sector Rural.

Beneficios económicos, sociales y empresariales generados con la implementación de un Sistema de Facturación Prepago de Energía en el Sector Rural. Bogota, Colombia.

Milton R. Morales N., J. M. (Agosto de 2013). Implementación de un medidor de consumo eléctrico residencial para facturación via Internet. *Implementación de un medidor de consumo eléctrico residencial para facturación via Internet.* Quito, Pichincha, Ecuador.

Miñarro, J. R. (s.f. de s.f. de s.f.). *Energía Eléctrica.* Obtenido de Energía Eléctrica: http://newton.cnice.mec.es/materiales_didacticos/energia/electrica.htm

N4n0. (16 de Febrero de 2019). *Robologs.* Obtenido de Robologs: <https://robologs.net/2019/02/16/como-leer-y-escribir-en-una-tarjeta-sd-y-micro-sd-con-arduino/>

Nazmat Surajudeen, S. A. (2017). Development of an Internet Based Prepaid Energy Meter. *Development of an Internet Based Prepaid Energy Meter.*

Norte, D. E. (16 de Julio de 2012). Medidores prepago de electricidad llegan a la zona urbana. Ibarra, Imbabura, Ecuador.

Parrales A. Tomas S., N. G. (2012). *Estudio para la implementacion de un sistema de medicion de energía eléctrica Pre-Pagada, en los bloques del Banco Ecuatoriano de la vivienda, Babahoyo, Calle Martín Icaza.* Obtenido de Estudio para la implementacion de un sistema de medicion de energía eléctrica Pre-Pagada, en los bloques del Banco Ecuatoriano de la vivienda, Babahoyo, Calle Martín Icaza.

Parrales A. Tomas S., N. G. (2012). ESTUDIO PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE MEDICIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA PRE-PAGADA, EN LOS BLOQUES DEL BANCO ECUATORIANO DE LA VIVIENDA, BABAHOYO, CALLE MARTIN ICAZA. *ESTUDIO PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE MEDICIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA PRE-PAGADA, EN LOS BLOQUES DEL BANCO ECUATORIANO DE LA VIVIENDA, BABAHOYO, CALLE MARTIN ICAZA.* Babahoyo, Los Rios , Ecuador.

Pascacio David, A. A. (22 de Mayo de 2014). SISTEMA Y MÉTODO DE MEDICIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA CON FUNCIONES DE PREPAGO Y. *SISTEMA Y MÉTODO DE MEDICIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA CON FUNCIONES DE PREPAGO Y.*

- Pizarro, J. F. (Febrero de 2015). Implementación de un sistema de Tele gestión en la Empresa. *Implementación de un sistema de Tele gestión en la Empresa*. Guayaquil, Guayas, Ecuador.
- Ramadan Kamal, E. Z. (2013). Prepaid Energy Meters Network via Power System Communication. *Prepaid Energy Meters Network via Power System Communication*. Obtenido de IEEE.
- Saldarriaga, J. P. (2016). Análisis del impacto de ampliar la cobertura de la oferta de energía prepago en Antioquia. Colombia.
- Sánchez, J. A. (Julio de 2014). Diseño e implementación de una hoja de cálculo para efectuar la coordinación de protecciones eléctricas en medio voltaje. Latacunga, Ecuador.
- Sneha Chaudhari, P. R. (2017). Smart Energy Meter Using Arduino and GSM. *Smart Energy Meter Using Arduino and GSM*.
- STMICROELECTRONICS. (s.f.). *st.com*. Obtenido de *st.com*:
<https://www.st.com/en/development-tools/stm32cubemx.html>
- Suresh Sankaranarayanan, A. T. (Marzo de 2016). Application of Intelligent Agents in Wireless Prepaid Energy Meter. *Application of Intelligent Agents in Wireless Prepaid Energy Meter*.
- Torres, D. H. (28 de Noviembre de 2017). *hetpro-store.com*. Obtenido de *hetpro-store.com*:
<https://hetpro-store.com/TUTORIALES/divisor-de-voltaje/>
- Zambrano Alcívar, Á. D. (14 de Septiembre de 2017). Uso de la plataforma Arduino y Simulink para desarrollo de aplicaciones prácticas para instrumentación virtual. *Uso de la plataforma Arduino y Simulink para desarrollo de aplicaciones prácticas para instrumentación virtual*. Guayaquil, Guayas, Ecuador. Obtenido de *arduino.cc*:
<http://repositorio.ucsg.edu.ec/handle/3317/9242>
- Zanabria, A. L. (2018). <http://repositorio.urp.edu.pe>. Obtenido de <http://repositorio.urp.edu.pe>:
<http://repositorio.urp.edu.pe/bitstream/handle/URP/1509/ALSAMANIEGOZ.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Zaret Mayorga, A. M. (2015). ANÁLISIS DE IMPACTO EXPOST DE LA IMPLEMENTACIÓN DE MEDIDORES PREPAGO PARA LA EMPRESA DE ENERGÍA DE BOYACÁ EBSA S.A E.S.P. *ANÁLISIS DE IMPACTO EXPOST DE LA IMPLEMENTACIÓN DE*

MEDIDORES PREPAGO PARA LA EMPRESA DE ENERGÍA DE BOYACÁ EBSA S.A
E.S.P. Bogota, Colombia.

Anexo A: Manual de Usuario

MANUAL DE USUARIO

MEDIDOR DE ENERGÍA PREPAGO



Dell

CIELE

29-7-2019

ANEXO A	MANUAL DE USUARIO DEL MEDIDOR DE ENERGÍA PREPAGO	1
---------	--	---

Tabla de Contenidos

- 1. Introducción**
- 2. Panel Frontal**
- 3. Funcionamiento**
- 4. Descripción**
- 5. Funciones**
- 6. Instalación y funcionamiento**
- 7. Utilización**
- 8. Características técnicas**
- 9. Errores frecuentes**
- 10. Información adicional**

ANEXO A	MANUAL DE USUARIO DEL MEDIDOR DE ENERGÍA PREPAGO	2
---------	--	---

1. INTRODUCCIÓN

Esta sección está dedicada al cómo utilizar el Medidor de Energía Prepago.

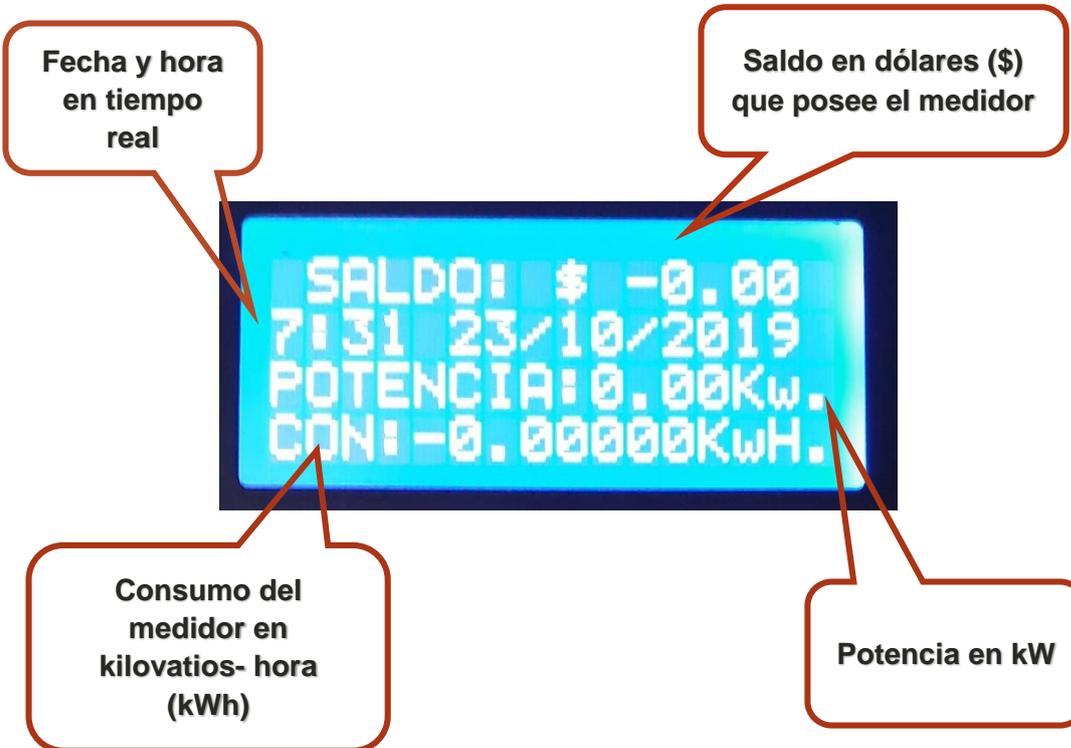
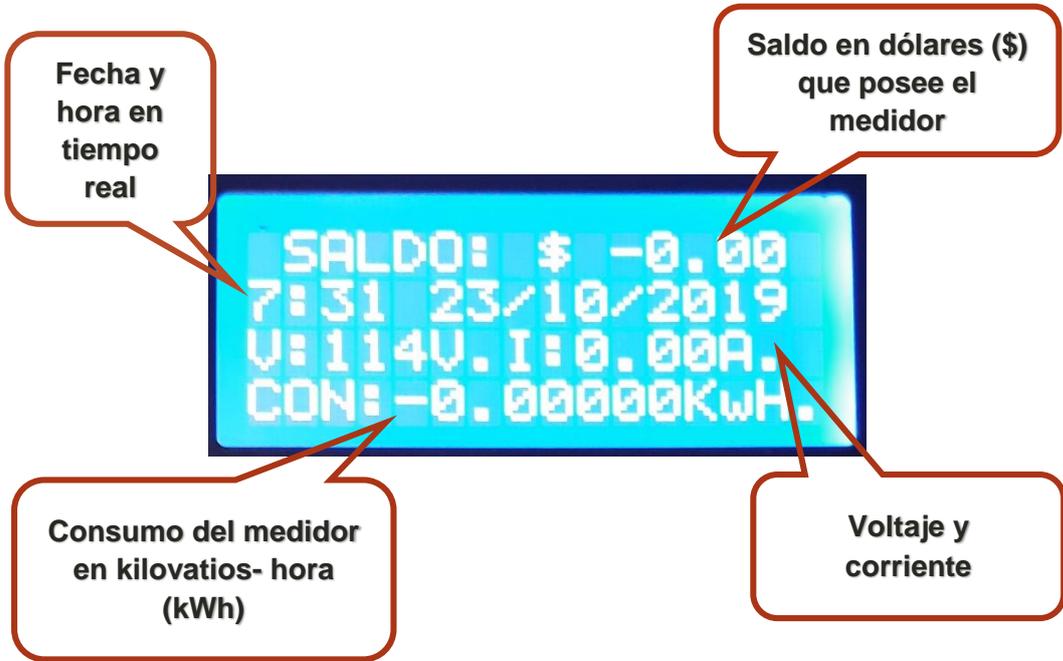
El Medidor de Energía Prepago, es un medidor monofásico el cual proporciona medidas de energía eléctrica y datos los cuales se detallan a continuación:

- Voltaje (Fase-Fase y Fase-Neutro)
- Corriente de Fase
- Potencia Activa
- Saldo que tiene el medidor (dinero abonado)
- Fecha y hora
- Consumo en kW/h

El medidor es capaz de soportar voltajes de hasta 130v ya que es monofásico, para lo cual se debe tomar en cuenta a que voltaje se va a conectar, ya que el equipo puede sufrir algún daño.

2. PANEL FRONTAL

El Medidor de Energía Prepago tiene un display LCD de 20x04 el cual muestra los siguientes datos:



3. FUNCIONAMIENTO

El fin que tiene el medidor de energía prepago es medir y archivar el consumo, voltaje, corriente y potencia de un aparato o aparatos. Además es útil para separar los dispositivos de gran consumo de energía.

4. DESCRIPCIÓN



ANEXO A	MANUAL DE USUARIO DEL MEDIDOR DE ENERGÍA PREPAGO	5
<p>5. FUNCIONES</p> <p>Visualiza saldo que tiene el medidor</p> <p>Visualiza fecha y hora actual</p> <p>Visualiza la tensión en tiempo real</p> <p>Visualiza la corriente en tiempo real</p> <p>Visualiza la potencia en tiempo real</p> <p>Visualiza el consumo en tiempo real</p> <p>Alerta de corte mediante un led de alta luminosidad y buzzer (sonido agudo)</p> <p>Alerta de corte al extraer la micro SD del medidor</p> <p>Alerta de corte al abrir el medidor</p> <p>6. INSTALACIÓN Y FUNCIONAMIENTO:</p> <p>Para tomar en cuenta:</p> <p>No conectar el medidor en zonas de difícil acceso</p> <p>Verificar el voltaje al cual se va a conectar el medidor</p> <p>Verificar que la potencia máxima del aparato conectado al medidor no sea superior a la estimada.</p>		

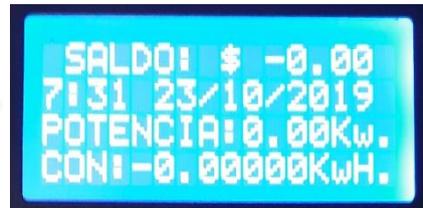
6.1. Instalación

Conectar el medidor al suministro de energía

Se encenderá la LCD del medidor.

7. UTILIZACIÓN:

Visualizaciones disponibles (pantallas)



- Saldo
- Fecha y hora real
- Voltaje y corriente del sistema
- Consumo del sistema en KWh

- Saldo
- Fecha y hora real
- Voltaje y corriente del sistema
- Consumo del sistema en kWh

- Visualización de saldo en dólares (\$) que posee el medidor
- Visualización de fecha y hora actual
- Visualización de tensión (referencia V en pantalla)
- Visualización de intensidad consumida (referencia A en pantalla)
- Visualización de potencia consumida (referencia kW en pantalla)
- Visualización de consumo del sistema (referencia kWh en pantalla)

ANEXO A	MANUAL DE USUARIO DEL MEDIDOR DE ENERGÍA PREPAGO	7
<p>7.1. Guardar datos</p> <p>El medidor consta de una batería en el Real Time Clock (RTC) la cual ayuda a guardar la fecha y hora exacta del medidor sin que exista ningún fallo.</p> <p>7.2. En caso de corte de energía</p> <p>Si aparece un problema en la alimentación eléctrica o existe un corte de servicio eléctrico la memoria micro USB guardará toda la información del medidor hasta que se reestablezca el servicio y continúe cumpliendo su función sin ninguna interrupción.</p> <p>8. CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Alimentación: 120Vac • Rango de medida de corriente: 0.05A a 30A • Frecuencia: 60 Hz • Precisión del reloj: hora/min - día/mes/año • Batería adicional del Real Time Clock (RTC) en caso de un corte del servicio eléctrico • Temperatura de utilización: -10° C a 40° C <p>9. ERRORES FRECUENTES</p> <p>El medidor de energía prepago posee un final de carrera el cual bloquea el sistema cuando se intenta abrir el medidor sin la autorización de la empresa distribuidora de energía eléctrica.</p> <p>Si se extrae la memoria micro SD sin autorización se bloquea el sistema hasta que se vuelva a insertar el micro SD por lo que no debe ser retirada del módulo.</p>		

ANEXO A	MANUAL DE USUARIO DEL MEDIDOR DE ENERGÍA PREPAGO	8
---------	--	---

10. INFORMACIÓN ADICIONAL

10.1. Mantenimiento y limpieza

Al realizar mantenimiento al medidor de energía prepago se debe desconectar la fuente de alimentación y verificar que no exista tensión.

Evitar el uso de sustancias corrosivas al momento de limpiar el dispositivo.

Utilizar un paño suave para limpiar la pantalla del medidor ya que puede rayar la pantalla y se dificulte la visualización de los datos que proporciona el medidor.

10.2. Garantía

No cubre daños causados por caídas, negligencia, golpes.

El medidor no debe ser abierto ni reparado por personas particulares. Se debe realizar el mantenimiento respectivo con personas idóneas o que tengan experiencia en reparación de medidores prepago.

10.3. Reciclaje



No tirar el medidor de energía prepago o los dispositivos que lo componen ya sean averiados o sin uso a la basura ordinaria. Estos dispositivos electrónicos pueden tener sustancias perjudiciales para el ser humano y a su vez el medio ambiente.



Anexo B: Manual de Mantenimiento del Medidor de Energía Prepago

Anexo B	1	<p align="center">MANUAL DE MANTENIMIENTO DEL MEDIDOR DE ENERGÍA PREPAGO</p>
<p align="center">MANUAL DE MANTENIMIENTO</p>		
		
Equipo:	Medidor de Energía Prepago	
Alimentación: Rango de medida de Corriente: Frecuencia: Precisión del reloj: Temperatura de utilización:	120Vac 0.05A a 30A. 60HZ hora/min - día/mes/año -10° C a 40° C Batería adicional del Real Time Clock (RTC) en caso de un corte del servicio eléctrico.	
En operación:	Si	
<p align="center">Función que desempeña el equipo</p>		
Permite la medición de voltaje, corriente, potencia y consumo tanto en kWh como en dólares (\$).		

ANEXO B	2	MANUAL DE MANTENIMIENTO DEL MEDIDOR DE ENERGÍA PREPAGO
PROCESO: PLANIFICACIÓN		
<p>Descripción:</p> <p>Antes de realizar mantenimiento del equipo se debe considerar algunos factores como lo son:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Tipo de mantenimiento a realizar • Personal técnico • Fecha de ejecución 		
<p>Responsable:</p> <p>Personal de mantenimiento</p>		
PROCESO: OBSERVACIÓN		
<p>Descripción:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Identificar el tipo de equipo • Comprobar el estado y funcionamiento del equipo • Identificar los elementos eléctricos y electrónicos del medidor de energía prepago que necesitan ser reemplazados. • Revisión del manual de usuario 		
<p>Responsable:</p> <p>Personal de mantenimiento</p>		
PROCESO: EJECUCIÓN DEL MANTENIMIENTO		
<p>Descripción:</p> <p>Mantenimiento correctivo:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Reemplazar elementos dañados o que elementos que culminaron su vida útil. 		

ANEXO B	3	MANUAL DE MANTENIMIENTO DEL MEDIDOR DE ENERGÍA PREPAGO
<p>Mantenimiento programado:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Tomar datos como es fecha y saldo que posee el medidor para posteriormente realizar una recarga o configurar la fecha y hora del equipo. <p>Mantenimiento preventivo:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ajuste de tornillos o elementos que se encuentren flojos ya que pueden hacer contacto con la placa y puede quemar completamente el equipo. • Revisión de alarmas (LED de alta luminosidad, buzzer) • Revisión de final de carrera y estado de la micro SD 		
<p>Responsable:</p> <p>Personal de mantenimiento</p>		
<p>PROCESO: COMPROBACIÓN</p>		
<p>Descripción:</p> <p>Se verifica que se haya acatado con todos los procesos como lo son Planificación, Observación, Ejecución del Mantenimiento para que no exista ninguno fallo en el equipo.</p>		
<p>Responsable:</p> <p>Personal de mantenimiento</p>		

Anexo C: Código en ARDUINO IDE

```
///Corriente AC
float currentRMS;           //aproxima los valores de currentRMS con decimales
float power;                //aproxima los valores de power con decimales
float supplyVoltage;       //aproxima los valores de supplyVoltage con decimales
float potencia;            //aproxima los valores de potencia con decimales
float consumo;             //aproxima los valores de consumo con decimales
float SALDO;               //aproxima los valores de SALDO con decimales
int k;                     //valores enteros de k
int l;                     //valores enteros de l
int b;                     //valores enteros de b
int w=-4;

int ledVerde=PC13;         // defino pin para led verde
int finalCarrera=PC14;    // defino pin para final de carrera
int buzzer=PC15;          // defino pin para buzzer

void setup()
  pinMode(finalCarrera,INPUT);
  pinMode(buzzer,OUTPUT);
  pinMode(ledVerde,OUTPUT);

void loop()
{
  if(SALDO < 10)           // condición si el saldo es menor a 0.10 el led parpadea
  {
    unsigned long currentMillisLed = millis();
    if (currentMillisLed - previousMillisLed >= intervalLed)
    {
      previousMillisLed = currentMillisLed;
      digitalWrite(ledVerde,HIGH);
      delay(100);
      digitalWrite(ledVerde,LOW);
      delay(100);
    }
  }
  if(SALDO < 2)            // condición si el saldo es menor a 2 el buzzer sonara
  {
    unsigned long currentMillisBuzz = millis();
    if (currentMillisBuzz - previousMillisBuzz >= intervalBuzz)
    {
      previousMillisBuzz = currentMillisBuzz;
      digitalWrite(buzzer,HIGH);

      delay(100);
      digitalWrite(buzzer,LOW);
      delay(100);
    }
  }
  if(lecturaFC==1)
  {
```

```

    error2();
}

// LCD PANTALLAS

void welcome()
{
  lcd.clear();
  lcd.setCursor(0,0);
  lcd.print("MEDIDOR PREPAGO ");          // PANTALLA DE BIENVENIDA (pantalla 0)
  desaparece después de 5 seg.
  lcd.setCursor(0,1);
  lcd.print(" DE CONSUMO ");
  lcd.setCursor(-2,2);
  lcd.print(" EL SISTEMA ");
}

void printlcd_1()          // PANTALLA 1 ( SALDO, FECHA COMPLETA Y HORA, CONSUMO,
CORRIENTE Y VOLTAJE)
{

  lcd.setCursor(0,0);
  lcd.print(" SALDO: $ ");          // SALDO SE MANTIENE CONSTANTE
  lcd.print(SALDO,2);
  lcd.print(" ");

  lcd.setCursor(1,1);          // FECHA Y HORA PERMANECE CONSTANTE
  lcd.print(MyDateAndTime.Hour);
  lcd.print(":");
  lcd.print(MyDateAndTime.Minute);
  lcd.print(" ");
  lcd.print(MyDateAndTime.Day);
  lcd.print("/");
  lcd.print(MyDateAndTime.Month);
  lcd.print("/20");
  lcd.print(MyDateAndTime.Year);

  lcd.setCursor(-4,2);
  lcd.print("V:");
  lcd.print(supplyVoltage,0);
  lcd.print("V. ");

  lcd.setCursor(3,2);          // APARECE VOLTAJE Y CORRIENTE POR UN TIEMPO
DE 5 SEG.
  lcd.print("I:");
  lcd.print(currentRMS);
  lcd.print("A. ");

  lcd.setCursor(-4,3);          // CONSUMO PERMANECE CONSTANTE
  lcd.print("CON:");
  lcd.print(consumo,5);
  lcd.setCursor(8,3);
  lcd.print("KwH. ");
}

```

```

void printlcd_2()                // PANTALLA 2 ( SALDO, FECHA COMPLETA Y HORA,
CONSUMO, POTENCIA)
{
  lcd.setCursor(0,0);           // SALDO SE MANTIENE CONSTANTE
  lcd.print(" SALDO: $ ");
  lcd.print(SALDO,2);
  lcd.print(" ");
  lcd.setCursor(0,1);
  lcd.print(" ");

  lcd.setCursor(1,1);          // FECHA Y HORA PERMANECE CONSTANTE
  lcd.print(MyDateAndTime.Hour);
  lcd.print(":");
  lcd.print(MyDateAndTime.Minute);
  lcd.print(" ");
  lcd.print(MyDateAndTime.Day);
  lcd.print("/");
  lcd.print(MyDateAndTime.Month);
  lcd.print("/20");
  lcd.print(MyDateAndTime.Year);

  lcd.setCursor(-4,2);         // POTENCIA APARECE POR UN TIEMPO DE 5 SEG.
  lcd.print("POTENCIA:");
  lcd.print(potencia);
  lcd.print("Kw. ");

  lcd.setCursor(-4,3);        // CONSUMO PERMANECE CONSTANTE
  lcd.print("CON:");
  lcd.print(consumo,5);
  lcd.setCursor(8,3);
  lcd.print("KwH. ");
}

void error()                    // condición si se extrae la micro SD el sistema se apaga y bloquea el
medidor
{
  lcd.clear();
  lcd.setCursor(0,0);
  lcd.print("INSERTAR MICROSD ");
  lcd.setCursor(0,1);
  lcd.print(" SISTEMA ");
  lcd.setCursor(-2,2);
  lcd.print(" BLOQUEADO ");
  digitalWrite(PA3,LOW);
  delay(5000);
}

void error3()                   // condición si se ingresa el código incorrecto por 3 veces
//el teclado se bloqueara por un lapso de tiempo
{
  lcd.clear();
  lcd.setCursor(0,0);
  lcd.print(" CONTRASENA ");
  lcd.setCursor(0,1);

```

```
lcd.print(" INCORRECTA");  
lcd.setCursor(0,2);  
lcd.print(" SISTEMA ");  
lcd.setCursor(-2,3);  
lcd.print(" BLOQUEADO ");  
digitalWrite(PA3,LOW);  
delay(10000);  
}
```

Anexo D: pliego tarifario para las empresas eléctricas de distribución codificado



1. MARCO NORMATIVO	4
2. DEFINICIONES	4
3. CATEGORÍAS TARIFARIAS Y NIVELES DE VOLTAJE	6
3.1. CATEGORÍAS TARIFARIAS	6
3.1.1. CATEGORÍA RESIDENCIAL	6
3.1.2. CATEGORÍA GENERAL	6
3.2. NIVELES DE VOLTAJE - NV	8
3.2.1. NIVEL DE BAJO VOLTAJE	8
3.2.2. NIVEL DE MEDIO VOLTAJE	8
3.2.3. NIVEL DE ALTO VOLTAJE	8
3.2.3.1. GRUPO 1 – AV1	8
3.2.3.2. GRUPO 2 – AV2	8
4. TARIFAS DE BAJO VOLTAJE	9
4.1. TARIFA RESIDENCIAL	9
4.2. TARIFA RESIDENCIAL PARA EL PROGRAMA PEC	9
4.3. TARIFA RESIDENCIAL TEMPORAL	10
4.4. TARIFA GENERAL DE BAJO VOLTAJE	10
4.1.1. TARIFA GENERAL DE BAJO VOLTAJE SIN DEMANDA	10
4.1.2. TARIFA GENERAL SIN DEMANDA PARA BOMBEO DE AGUA DE COMUNIDADES CAMPESINAS SIN FINES DE LUCRO	11
4.1.3. TARIFA GENERAL DE BAJO VOLTAJE CON DEMANDA	11
4.1.4. TARIFA GENERAL DE BAJO VOLTAJE CON REGISTRADOR DE DEMANDA HORARIA	11
4.1.5. TARIFA GENERAL DE BAJO VOLTAJE CON REGISTRADOR DE DEMANDA HORARIA PARA VEHÍCULOS ELÉCTRICOS	12
4.1.6. TARIFA GENERAL EN BAJO VOLTAJE CON REGISTRADOR DE DEMANDA HORARIA PARA BOMBEO DE AGUA PARA EL SERVICIO PÚBLICO DE AGUA POTABLE	12
5. TARIFAS DE MEDIO VOLTAJE	13
5.1. TARIFA GENERAL DE MEDIO VOLTAJE CON DEMANDA	13
5.2. TARIFA GENERAL DE MEDIO VOLTAJE CON REGISTRADOR DE DEMANDA HORARIA (EXCEPTO PARA CONSUMIDORES INDUSTRIALES)	13
5.3. TARIFA GENERAL DE MEDIO VOLTAJE PARA SISTEMAS DE BOMBEO DE AGUA POTABLE SIN FINES DE LUCRO Y PARA USOS AGRÍCOLAS EN COMUNIDADES CAMPESINAS DE ESCASOS RECURSOS ECONÓMICOS	14
5.4. TARIFA GENERAL DE MEDIO VOLTAJE CON REGISTRADOR DE DEMANDA HORARIA PARA CONSUMIDORES INDUSTRIALES	14



5.5. TARIFA GENERAL DE MEDIO VOLTAJE CON REGISTRADOR DE DEMANDA HORARIA PARA BOMBEO DE AGUA PARA EL SERVICIO PÚBLICO DE AGUA POTABLE	14
5.6. TARIFA GENERAL DE MEDIO VOLTAJE CON REGISTRADOR DE DEMANDA HORARIA PARA LAS ESTACIONES DE CARGA RÁPIDA DE VEHÍCULOS ELÉCTRICOS	14
<u>6. TARIFA DE ALTO VOLTAJE</u>	<u>15</u>
6.1. TARIFA GENERAL DE ALTO VOLTAJE EXCEPTO PARA CONSUMIDORES INDUSTRIALES	15
6.2. TARIFA GENERAL DE ALTO VOLTAJE PARA INDUSTRIALES (GRUPO 1 – AV1)	15
6.3. TARIFA GENERAL DE ALTO VOLTAJE PARA BOMBEO DE AGUA PARA EL SERVICIO PÚBLICO DE AGUA POTABLE	16
6.4. TARIFA GENERAL DE ALTO VOLTAJE PARA LAS ESTACIONES DE CARGA RÁPIDA DE VEHÍCULOS ELÉCTRICOS	16
6.5. TARIFA GENERAL DE ALTO VOLTAJE PARA INDUSTRIALES (GRUPO 2 – AV2)	16
<u>7. CONSUMOS ESTACIONALES Y OCASIONALES</u>	<u>17</u>
7.1. CONSUMOS ESTACIONALES	17
7.2. CONSUMOS OCASIONALES	17
<u>8. DEMANDA FACTURABLE</u>	<u>17</u>
8.1. MEDIDOR QUE REGISTRE DEMANDA MÁXIMA	17
8.2. DEMANDA DE APARATOS DE USO INSTANTÁNEO	18
<u>9. FACTORES DE GESTIÓN DE LA DEMANDA</u>	<u>18</u>
9.1. REGISTRADOR DE DEMANDA HORARIA - FGD	18
9.2. INDUSTRIALES EN MEDIO Y ALTO VOLTAJE - FGDI	18
9.3. VEHÍCULOS ELÉCTRICOS - FGDVE	18
<u>10. FACTOR DE POTENCIA</u>	<u>19</u>
<u>11. FACTURACIÓN</u>	<u>19</u>
<u>12. VIGENCIA</u>	<u>19</u>



1. MARCO NORMATIVO

El presente Pliego Tarifario se sujeta a las disposiciones establecidas en la normativa que se indica a continuación:

Marco Normativo	Referencia de Artículos
Constitución de la República	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 52 ▪ 66, numeral 25. ▪ 85, numeral 3. ▪ 313 ▪ 314 ▪ 413
Ley Orgánica del Servicio Público de Energía Eléctrica	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 4, numerales 1 y 5. ▪ 15, numerales 1-5-6-8. ▪ 43 ▪ 54 ▪ 55 ▪ 56 ▪ 57 ▪ 59 ▪ 60 ▪ 61 ▪ 74
Ley Orgánica de Defensa del Consumidor	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 39 ▪ 40



En base de la normativa citada, es facultad de la ARCONEL, a través de su Directorio, establecer y aprobar el Pliego Tarifario para el Servicio Público de Energía Eléctrica, en los términos que se indican en el presente documento.

2. DEFINICIONES

Para la aplicación del Pliego Tarifario se deberán considerar las siguientes definiciones:

Término	Definición
Consumidor regulado	Persona natural o jurídica que mantiene un contrato de suministro con la empresa eléctrica de distribución y que se beneficia con la prestación del servicio público de energía eléctrica.
Consumidor regulado comercial	Persona natural o jurídica, pública o privada, que utiliza la energía eléctrica para fines de negocio, actividades profesionales o cualquier otra actividad con fines de lucro.
Consumidor regulado industrial	Persona natural o jurídica, pública o privada, que utiliza la energía eléctrica para la elaboración o transformación de productos. También se considera dentro de esta definición a los agroindustriales, que transformen productos de la agricultura, ganadería, riqueza forestal y pesca.
Consumidor regulado residencial	Persona natural o jurídica, pública o privada que utiliza el servicio público de energía eléctrica, exclusivamente, al uso doméstico, es decir, en la residencia de la unidad familiar independientemente del tamaño de la carga conectada. Se incluye a los consumidores de escasos recursos económicos y bajos consumos que tienen integrada a su residencia una pequeña actividad comercial o artesanal; para lo cual, es responsabilidad de la distribuidora evaluar las características de consumo de energía eléctrica, y de ser el caso, recomendar la separación de los respectivos circuitos con su sistema de medición independiente y a la tarifa correspondiente.
Empresa eléctrica de distribución o distribuidora	Persona jurídica cuyo título habilitante le faculta realizar las actividades de distribución y comercialización de energía eléctrica y alumbrado público general, dentro de su área de prestación del servicio.

9/11/19 - 10:10 AM

Estación de carga rápida	Persona natural o jurídica, pública o privada, que utiliza el servicio público de energía eléctrica, en niveles de medio y/o alto voltaje, para la prestación del servicio de carga rápida de vehículos eléctricos, buses eléctricos y/o similares.
Estacionalidad	Relación de dependencia de la demanda eléctrica de los consumidores regulados de la categoría general, con respecto a los meses del año.
Estructura tarifaria	Se refiere a la aplicación del texto del Pliego Tarifario; y al diseño de las tarifas de cada categoría tarifaria
Factor de potencia	Es la relación entre la potencia activa, P (kW), y la potencia aparente, S (kVA); siendo un término usualmente utilizado para indicar la cantidad de energía eléctrica que se ha convertido en trabajo.
Facturación mensual	Es la sumatoria de los rubros económicos por concepto de: consumo de energía, demanda de potencia, pérdidas en transformadores, comercialización y penalización por bajo factor de potencia. Depende de las características del consumidor regulado. Incluye los rubros correspondientes a los servicios que presta la distribuidora.
Mes de Consumo	Es el mes período por el cual facturan, por el consumo de energía eléctrica: las distribuidoras a los consumidores regulados; así como los generadores y el transmisor a las distribuidoras. Respecto a los períodos de facturación que están comprendidos entre 28 y 33 días.
Nivel Tarifario	Corresponde a los valores (cargos tarifarios) de la estructura tarifaria aplicados a los consumidores o usuarios finales
Período de demanda base	Corresponde al consumo de energía eléctrica en el período comprendido entre 22:00 a 08:00 horas.
Período de demanda punta	Corresponde al consumo de energía eléctrica en el período comprendido entre 18:00 a 22:00 horas.
Período de demanda media	Corresponde al consumo de energía eléctrica en el período comprendido entre 08:00 a 18:00 horas.
Pliego Tarifario	Documento emitido por la ARCONEL, que contiene la estructura, nivel y régimen tarifario para el servicio público de energía eléctrica para la aplicación de la distribuidora y cumple con los principios tarifarios establecidos en la normativa vigente.
Potencia contratada	Potencia máxima de las instalaciones de un consumidor, a ser abastecida por las redes de la distribuidora. Esta potencia es incluida dentro del contrato de suministro.
Principios tarifarios	Son la base normativa para el diseño y fijación de tarifas del servicio público de energía eléctrica relacionadas con: solidaridad, equidad, cobertura de costos, eficiencia energética, responsabilidad social y ambiental.
Programa PEC	Programa emblemático de eficiencia energética para la cocción por inducción y/o el calentamiento de agua sanitaria con electricidad en sustitución del GLP en el sector residencial (PEC) cuya ejecución y lineamientos se encuentra a cargo del Ministerio de Energía y Recursos Naturales No Renovables.
Punto de entrega o conexión ¹	Es la frontera de conexión entre las instalaciones de dos participantes del sector eléctrico; la cual separa las responsabilidades en cuanto a la propiedad, operación y mantenimiento de los activos.
Tarifa al consumidor regulado	Es el valor que paga el consumidor regulado del servicio público de energía eléctrica, como receptor directo del servicio, por la demanda de potencia eléctrica y por el consumo de energía, que requiere para satisfacer sus diferentes y variadas necesidades, según sus modalidades de consumo y nivel de voltaje al que recibe este servicio.
Vehículo eléctrico	Medio de transporte impulsado por uno o más motores eléctricos acoplados dentro del vehículo, que sirve para la movilización de personas, animales o cargas.

¹ Observar lo dispuesto en la Regulación Nro. ARCONEL 004/18: 8.1.1 condiciones para el servicio público de energía eléctrica: Punto de entrega.



3. CATEGORÍAS TARIFARIAS Y NIVELES DE VOLTAJE

El servicio público de energía eléctrica considera dos categorías de tarifas, que depende de las características del consumidor: residencial y general; y, de las características del punto de entrega, se establecen tres niveles de voltaje: bajo, medio y alto voltaje.

3.1. CATEGORÍAS TARIFARIAS

La determinación de la categoría tarifaria de los consumidores es responsabilidad de la distribuidora; la cual debe evaluar las características de la carga y el uso de la energía declarada por el consumidor regulado. Con esta base, la distribuidora debe establecer el tipo de tarifa que le corresponde al suministro solicitado, en conformidad con lo que se indica en el presente Pliego Tarifario.

La correcta aplicación de estas tarifas estará a cargo de la distribuidora en su área de prestación del servicio.

La actualización de la información referente a las características de carga y del uso de la energía eléctrica, que se derive del informe técnico de la distribuidora, deberá ser informada, oportunamente, al consumidor regulado.

3.1.1. CATEGORÍA RESIDENCIAL

Corresponde al servicio público de energía eléctrica destinado exclusivamente al uso doméstico de los consumidores; es decir, en la residencia de la unidad familiar independientemente del tamaño de la carga conectada.

En esta categoría se incluye a los consumidores de bajos consumos y de escasos recursos económicos, que tienen integrada a su residencia una pequeña actividad comercial o artesanal.

3.1.2. CATEGORÍA GENERAL¹

Corresponde al servicio público de energía eléctrica que es destinado por el consumidor a actividades diferentes al uso doméstico (categoría residencial), básicamente comprende el comercio, la industria y la prestación de servicios públicos y privados.²

Se consideran dentro de esta categoría, entre otros, los siguientes:

a) Locales y establecimientos comerciales públicos o privados:

- Tiendas, almacenes, salas de cine o teatro, restaurantes, hoteles y afines;
- Plantas de radio, televisión y cualquier otro servicio de telecomunicaciones;
- Clínicas y hospitales privados;
- Instituciones educativas privadas;
- Vallas publicitarias;
- Organismos internacionales, embajadas, legaciones y consulados;
- Asociaciones civiles y entidades con o sin fines de lucro; y,
- Cámaras de comercio e industria tanto nacionales como extranjeras; entre otros.

b) Locales y establecimientos industriales públicos o privados, destinados a la elaboración o transformación de productos por medio de cualquier proceso industrial y sus oficinas administrativas.



¹ Para efectos tarifarios, las distribuidoras tienen la obligación de mantener en sus registros una clasificación de los consumidores comerciales e industriales.

² Es responsabilidad de la distribuidora evaluar las características del consumo de energía eléctrica; y de ser el caso, recomendar la separación de los consumos en circuitos independientes con su propio sistema de medición y a la tarifa correspondiente.

Handwritten signature and initials in blue ink.

- c) Instalaciones de Bombeo de Agua (incluye oficinas administrativas y guardianía):
- Para el servicio público de agua potable y/o al tratamiento de aguas servidas.
 - Para agua potable que no corresponda al servicio público de agua potable.
 - Para uso agrícola y acuícola. Para este caso se podrá incluir los elementos eléctricos que complementen el proceso productivo, que no involucre procesos industriales.
 - Para comunidades campesinas de escasos recursos económicos y sin fines de lucro.
- d) Entidades de Asistencia Social:
- Hospitales, centros de salud, asilos y similares del Estado.
 - Instituciones de asistencia social de carácter privado sin fines de lucro previa la aprobación de sus estatutos por parte del Ministerio correspondiente.
- e) Entidades de Beneficio Público:
- Guarderías, escuelas, colegios, universidades e instituciones similares del Estado.
 - Comprende a los pequeños talleres industriales con los que cuentan algunas de estas instituciones educacionales indicadas anteriormente, y cuyo objetivo es la capacitación técnica y el desarrollo de los estudiantes.
- f) Entidades Oficiales (del sector público):
- Seccional
 - Regional
 - Nacional
- g) Escenarios Deportivos:
- Oficinas, locales y escenarios de entidades deportivas.
- h) Culto Religioso:
- Locales destinados a la enseñanza y predicación de un culto religioso (capillas, iglesias, centros de oración, entre otros similares), además se incluyen las oficinas administrativas y curias.
- i) Servicio Comunitario (Servicio General):
- Consumo de energía eléctrica que sirve para iluminación general de accesos o recorrido interno, bombeo y calentamiento de agua, ascensores, sistemas de recreación y cultura física; sistemas de seguridad en edificios, conjuntos habitacionales; y centros comerciales.
- j) Abonado Especial:
- Se aplica para aquellos casos que por las características muy específicas de uso y modalidad de consumo eléctrico, no se enmarcan dentro de lo antes descrito; por ejemplo: consumos auxiliares de la generación embebida en las redes de la distribuidora, exclusivo cuando dicho generador actúa como carga
- 
- k) Y los demás que no estén considerados en la Categoría Residencial.



3.2. NIVELES DE VOLTAJE - NV

Se establecen los siguientes niveles de voltaje:

3.2.1. NIVEL DE BAJO VOLTAJE

Para voltajes de suministro en el punto de entrega inferiores a 600 V.

3.2.2. NIVEL DE MEDIO VOLTAJE

Para voltajes de suministro en el punto de entrega entre 600 V y 40 kV.

3.2.3. NIVEL DE ALTO VOLTAJE

3.2.3.1. GRUPO 1 – AV1

Para voltajes de suministro en el punto de entrega mayor a 40 kV y hasta 138 kV.

3.2.3.2. GRUPO 2 – AV2

Para voltajes de suministro en el punto de entrega superiores a 138 kV.

En la siguiente tabla se esquematiza lo descrito:

Nivel de Voltaje – NV	Grupo	Voltaje de Suministro en el punto de entrega
Bajo		$NV < 0,6 \text{ kV}$
Medio		$0,6 \text{ kV} \leq NV \leq 40 \text{ kV}$
Alto	AV1	$40 \text{ kV} < NV \leq 138 \text{ kV}$
	AV2	$NV > 138 \text{ kV}$

En el siguiente gráfico se esquematiza la categoría tarifaria y el nivel de voltaje.



4. TARIFAS DE BAJO VOLTAJE

4.1. TARIFA RESIDENCIAL

Se aplica a todos los consumidores sujetos a la categoría residencial, independientemente del tamaño de la carga conectada.

El consumidor debe pagar:

- a) Un cargo por comercialización en USD/consumidor-mes, independiente¹ del consumo de energía.
- b) Cargos incrementales por energía en USD/kWh, en función de la energía consumida.

4.2. TARIFA RESIDENCIAL PARA EL PROGRAMA PEC

Se aplica a los consumidores de la categoría residencial, que se registren en el Programa PEC, conforme los lineamientos establecidos por el Ministerio de Energía y Recursos Naturales No Renovables para su implementación.

Esta tarifa se aplicará en función del incremento del consumo de energía eléctrica mensual de cada abonado, que se denominará Consumo Incremental ($Consumo_{Incremental}$), para lo cual se considerará los siguientes límites para cada caso ($Límite_{Caso}$):

1. **Cocción Eléctrica:** Un Consumo Incremental de hasta 80 kWh-mes, sin importar su nivel de consumo, estrato socioeconómico, ubicación geográfica, tipo de cocina eléctrica de Inducción o fecha de adquisición del electrodoméstico.
2. **Calentamiento de Agua Sanitaria que usen sistemas eléctricos:** Un Consumo Incremental de hasta 20 kWh-mes.
3. **Cocción Eléctrica y Calentamiento de Agua Sanitaria que usen sistemas eléctricos:** Un Consumo Incremental de hasta 100 kWh-mes.

El Consumo Incremental, en cada caso, se establecerá considerando un Consumo Base ($Consumo_{Base}$), el mismo que lo determinará la distribuidora y será el resultante del análisis estadístico del historial de consumos de energía eléctrica de los últimos 12 meses del consumidor, previa su registro en el Programa PEC.

El Consumo Incremental se determina con la siguiente expresión:

$$Consumo_{Incremental} = Consumo_n - Consumo_{Base}$$

Donde:

$Consumo_n$ - Corresponde al consumo en kWh medido por la distribuidora en el mes correspondiente, luego del registro en el Programa PEC.

$Consumo_{Base}$ - Corresponde al consumo en kWh, resultante del precitado análisis estadístico del historial de consumos de energía eléctrica.

Si el Consumo Incremental es menor o igual al límite establecido, según sea el caso, el Consumo de la Residencia, excluido el consumo incremental, será igual al Consumo Base.

Si el Consumo Incremental es mayor al límite establecido, según sea el caso, el Consumo de la Residencia, excluido el consumo incremental, se determinará de la siguiente forma:

$$Consumo_{Residencia} = Consumo_{Base} + Exceso_{Consumo_{Incremental}}$$

¹ Codificado con Resolución Nro. ARCONEL 003/18 en cada una de las tarifas del presente Pliego Tarifario.



[Handwritten signatures and initials]

Donde:

$$\text{Exceso}_{\text{Consumo}_{\text{Incremental}}} = \text{Consumo}_{\text{Incremental}} - \text{Límite}_{\text{Caso}}$$

El consumidor debe pagar:

- Un cargo por comercialización en USD/consumidor-mes, independiente del consumo de energía.
- El Consumo Incremental pagará un cargo de 0,00 USD/kWh¹, como el incentivo tarifario por registrarse en el Programa PEC.
- El Consumo de la Residencia, excluido el consumo incremental, pagará los cargos incrementales por energía en USD/kWh, definidos en la Tarifa Residencial (numeral 4.1) de este Pliego Tarifario y en función de la energía consumida.

Para los consumidores residenciales nuevos o los existentes que al momento de registrarse en el Programa PEC informen a la empresa distribuidora que utilizan sistemas eléctricos para: cocción eléctrica de inducción, calentamiento de agua sanitaria o ambos, se establece un periodo de tres meses durante los cuales el Consumo Incremental será igual al límite establecido anteriormente, es decir: 80 kWh-mes, 20 kWh-mes o 100 kWh-mes, respectivamente.

Concomitante con el acápite anterior, el Consumo de la Residencia, excluido el consumo incremental, de estos abonados está dado por la expresión:

$$\text{Consumo}_{\text{Residencia}} = \text{Consumo}_n - \text{Consumo}_{\text{Incremental}}$$

En este caso, si el Consumo de la Residencia es menor o igual a 0 kWh-mes, el Consumo Incremental será igual al 50% del Consumo n.

Finalizado el periodo de los tres meses la aplicación de esta tarifa se la realizará en base del procedimiento descrito anteriormente.

4.3. TARIFA RESIDENCIAL TEMPORAL

Se aplica a los consumidores residenciales que no tienen su residencia permanente en el área de servicio de la distribuidora y utilizan la energía eléctrica en forma puntual para usos domésticos (fines de semana, periodos de vacaciones y similares).

El consumidor debe pagar:

- Un cargo por comercialización en USD/consumidor-mes, independiente del consumo de energía.
- Un cargo único por energía en USD/kWh, independiente de la energía consumida.

4.4. TARIFA GENERAL DE BAJO VOLTAJE

Se aplican a los consumidores de la categoría general de bajo voltaje, indicados en los numerales 3.1.2 y 3.2.1.

4.4.1. TARIFA GENERAL DE BAJO VOLTAJE SIN DEMANDA

Se aplica a los consumidores de la categoría general de bajo voltaje, indicados en los numerales 3.1.2 y 3.2.1 cuya potencia contratada o demanda facturable sea de hasta 10 kW.

Se consideran las siguientes tarifas:

- Comercial y Entidades Oficiales, sin demanda,
- Industrial Artesanal,
- Asistencia Social y Beneficio Público, sin demanda,
- Culto Religioso, sin demanda

¹ Codificado con Resolución Nro. ARCONEL-002/19 de 31 de enero de 2019.



	PLIEGO TARIFARIO PARA LAS EMPRESAS ELÉCTRICAS DE DISTRIBUCIÓN	<i>Página 11 de 19</i>
	Período: Enero – Diciembre 2019	

- Otras como: Escenarios Deportivos, sin demanda, Instalaciones de Bombeo de Agua, sin demanda, Servicios Comunitarios, sin demanda.

Estos consumidores deben pagar:

- a) Un cargo por comercialización en USD/consumidor-mes, independiente del consumo de energía.
- b) Cargos incrementales por energía expresados en USD/kWh, en función de la energía consumida.

4.4.2. TARIFA GENERAL SIN DEMANDA PARA BOMBEO DE AGUA DE COMUNIDADES CAMPESINAS SIN FINES DE LUCRO

Se aplica para los sistemas de bombeo de agua, independientemente de la demanda y del nivel de voltaje del suministro, que cumplan con los siguientes requisitos:

- Para comunidades campesinas de escasos recursos económicos,
- Para bombeo de agua potable, sin fines de lucro, y
- Para bombeo de agua para uso agrícola.

Los consumidores deben pagar:

- a) Un cargo por comercialización en USD/consumidor-mes, independiente del consumo de energía.
- b) Un cargo único por energía expresado en USD/kWh, independiente de la energía consumida.



4.4.3. TARIFA GENERAL DE BAJO VOLTAJE CON DEMANDA

Se aplica a los consumidores de la categoría general de bajo voltaje, indicados en los numerales 3.1.2 y 3.2.1; cuya potencia contratada (resultante del estudio o proyecto eléctrico aprobado por la distribuidora) o cuya demanda facturable, sea superior a 10 kW; y, que disponen de un registrador de demanda máxima.

El consumidor debe pagar:

- a) Un cargo por comercialización en USD/consumidor-mes, independiente del consumo de energía.
- b) Un cargo por potencia en USD/kW-mes, por cada kW de demanda facturable (indicada en el numeral 8.1) como mínimo de pago, independiente del consumo de energía.
- c) Un cargo por energía en USD/kWh, en función de la energía consumida.

En el caso de los consumidores de asistencia social, beneficio público y culto religioso, se aplica la misma estructura tarifa indicada anteriormente. El nivel tarifario está indicado en los Cuadros Tarifarios anexos a este Pliego Tarifario.

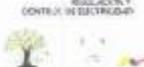
4.4.4. TARIFA GENERAL DE BAJO VOLTAJE CON REGISTRADOR DE DEMANDA HORARIA

Se aplica a los consumidores de la categoría general de bajo voltaje, indicados en los numerales 3.1.2 y 3.2.1; cuya potencia contratada (resultante del estudio o proyecto eléctrico aprobado por la distribuidora) o cuya demanda facturable, sea superior a 10 kW; y que dispongan de un registrador de demanda horaria que permita identificar la demanda de potencia y los consumos de energía en los períodos horarios de punta, media y base.

El consumidor debe pagar:

- a) Un cargo por comercialización en USD/consumidor-mes, independiente del consumo de energía.
- b) Un cargo por demanda en USD/kW-mes, por cada kW de demanda mensual facturable (indicada en el numeral 8.1) como mínimo de pago, independiente del consumo de energía, multiplicado por un factor de gestión de la demanda (FGD), señalado en el numeral 9.1.
- c) Un cargo por energía en USD/kWh, en función de la energía consumida en el período de 08:00 hasta las 22:00 horas, que corresponde al cargo por energía de la tarifa general de bajo voltaje con demanda (numeral 4.4.3. literal c).

[Handwritten signatures]

	PLIEGO TARIFARIO PARA LAS EMPRESAS ELÉCTRICAS DE DISTRIBUCIÓN	<i>Página 12 de 19</i>
	Periodo: Enero – Diciembre 2019	

- d) Un cargo por energía en USD/kWh, en función de la energía consumida, en el período de 22:00 hasta las 08:00 horas.

En el caso de los consumidores de asistencia social y beneficio público, se aplica la misma estructura tarifa indicada anteriormente. El nivel tarifario está indicado en los Cuadros Tarifarios anexos a este Pliego Tarifario.

4.4.5. TARIFA GENERAL DE BAJO VOLTAJE CON REGISTRADOR DE DEMANDA HORARIA PARA VEHÍCULOS ELÉCTRICOS

Se aplica a los consumidores sujetos a la categoría general de bajo voltaje, que dispongan de vehículo eléctrico; para lo cual, se deberá instalar un medidor con registrador de demanda horaria que permita identificar la demanda de potencia y los consumos de energía en los periodos de demanda punta, media y base.

Esta tarifa se aplica para la facturación mensual del servicio público de energía eléctrica, por la demanda de potencia y por el consumo de energía eléctrica, exclusivamente, del vehículo eléctrico; medidos por un registrador de demanda horaria independiente.

Para la aplicación de esta tarifa, los vehículos eléctricos tendrán un régimen de carga liviana o de carga lenta; en las condiciones de demanda de potencia y de consumo de energía eléctrica, recomendadas para el nivel de bajo voltaje; esto es, de hasta 10 kW. Por tanto, en este nivel de voltaje no se implementará equipos de carga rápida de vehículos con demanda superiores a 10 kW.

El consumidor debe pagar:

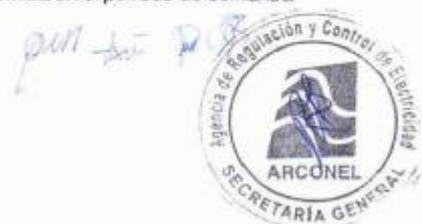
- Un cargo por comercialización en USD/consumidor-mes, independiente del consumo de energía.
- Un cargo por demanda en USD/kW-mes, por cada kW de demanda mensual facturable (indicada en el numeral 8.1) como mínimo de pago, independiente del consumo de energía, multiplicado por un factor de gestión de la demanda (FGDVE) señalado en el numeral 9.3.
- Un cargo por energía en USD/kWh, en función de la energía consumida en el período de demanda de punta de 18:00 hasta las 22:00 horas, de lunes a domingo.
- Un cargo por energía en USD/kWh, en función de la energía consumida en el período de demanda media de 08:00 hasta las 18:00 horas, de lunes a viernes; equivalente al 80% del cargo en el período de punta (literal c).
- Un cargo por energía en USD/kWh, en función de la energía consumida en el período de demanda de base de 22:00-08:00 horas de lunes a domingo y 08:00-18:00 horas, sábado y domingo; equivalente al 50% del cargo en el período de punta (literal c).

4.4.6. TARIFA GENERAL EN BAJO VOLTAJE CON REGISTRADOR DE DEMANDA HORARIA PARA BOMBEO DE AGUA PARA EL SERVICIO PÚBLICO DE AGUA POTABLE

Se aplica a los consumidores de la categoría general de bajo voltaje cuyo uso de la energía es para el bombeo de agua para el Servicio Público de Agua Potable; y que disponen de un registrador de demanda horaria, que les permite identificar la demanda de potencia y los consumos de energía en los periodos horarios de punta, media y base.

El consumidor debe pagar:

- Un cargo por comercialización en USD/consumidor-mes, independiente del consumo de energía.
- Un cargo por demanda en USD/kW-mes, por cada kW de demanda mensual facturable (indicado en el numeral 8.1) como mínimo de pago, independiente del consumo de energía, multiplicado por un factor de gestión de la demanda (FGD) señalado en el numeral 9.1.
- Un cargo por energía en USD/kWh, en función de la energía consumida en el período de demanda media, de lunes a viernes, de 08:00 hasta las 18:00 horas.
- Un cargo por energía en USD/kWh, en función de la energía consumida en el período de demanda punta, de lunes a viernes, de 18:00 hasta las 22:00 horas.



- e) Un cargo por energía en USD/kWh, en función de la energía consumida en el período de demanda base, de lunes a viernes, de 22:00 hasta las 08:00 horas; incluyendo la energía de sábados, domingos y feriados, en el período de 22:00 a 18:00 horas.
- f) Un cargo por energía en USD/kWh, en función de la energía consumida en el período de 18:00 hasta las 22:00 horas de sábados, domingos y feriados.

5. TARIFAS DE MEDIO VOLTAJE

Se aplican a los consumidores de la categoría general de medio voltaje, indicados en los numerales 3.1.2 y 3.2.2. Si un consumidor de este nivel de voltaje, está siendo medido en bajo voltaje, la distribuidora debe considerar un recargo equivalente al 2% de los montos medidos de potencia y de energía; en razón de las pérdidas de potencia y energía del transformador.

5.1. TARIFA GENERAL DE MEDIO VOLTAJE CON DEMANDA

Se aplica a los consumidores, indicados en los numerales 3.1.2 y 3.2.2; y que disponen de un registrador de demanda máxima.

El consumidor debe pagar:

- a) Un cargo por comercialización en USD/consumidor-mes, independiente del consumo de energía.
- b) Un cargo por potencia en USD/kW-mes, por cada kW de demanda mensual facturable (indicada en el numeral 8.1) como mínimo de pago, independiente del consumo de energía.
- c) Un cargo por energía en USD/kWh, en función de la energía consumida.

En el caso de los consumidores de asistencia social, beneficio público y culto religioso, se aplica la misma estructura tarifaria indicada anteriormente. El nivel tarifario está indicado en los Cuadros Tarifarios anexos a este Pliego Tarifario.

5.2. TARIFA GENERAL DE MEDIO VOLTAJE CON REGISTRADOR DE DEMANDA HORARIA (EXCEPTO PARA CONSUMIDORES INDUSTRIALES)

Se aplica a los consumidores que disponen de un registrador de demanda horaria, que les permite identificar la demanda de potencia y los consumos de energía en los períodos horarios de punta, media y base. No se aplica para los consumidores industriales,

El consumidor debe pagar:

- a) Un cargo por comercialización en USD/consumidor-mes, independiente del consumo de energía.
- b) Un cargo por demanda en USD/kW-mes, por cada kW de demanda mensual facturable (indicada en el numeral 8.1) como mínimo de pago, independiente del consumo de energía, multiplicado por un factor de gestión de la demanda (FGD) señalado en el numeral 9.1.
- c) Un cargo por energía en USD/kWh, en función de la energía consumida en el período de 08:00 hasta las 22:00 horas, que corresponde al cargo por energía de la tarifa general de medio voltaje con demanda (numeral 5.1. literal c).
- d) Un cargo por energía en USD/kWh, en función de la energía consumida, en el período de 22:00 hasta las 08:00 horas.

En el caso de los consumidores de asistencia social y beneficio público, se aplica la misma estructura tarifaria indicada anteriormente. El nivel tarifario está indicado en los Cuadros Tarifarios anexos a este Pliego Tarifario.



5.3. TARIFA GENERAL DE MEDIO VOLTAJE PARA SISTEMAS DE BOMBEO DE AGUA POTABLE SIN FINES DE LUCRO Y PARA USOS AGRÍCOLAS EN COMUNIDADES CAMPESINAS DE ESCASOS RECURSOS ECONÓMICOS

Se aplica para todos los sistemas de bombeo de agua potable sin fines de lucro y para usos agrícolas que prestan servicios a comunidades campesinas de escasos recursos económicos. A estos consumidores se aplica la estructura y nivel tarifario indicado en el numeral 4.4.2.

5.4. TARIFA GENERAL DE MEDIO VOLTAJE CON REGISTRADOR DE DEMANDA HORARIA PARA CONSUMIDORES INDUSTRIALES

Se aplica a los consumidores industriales que disponen de un registrador de demanda horaria que les permite identificar la demanda de potencia y los consumos de energía en los períodos horarios de punta, media y base.

El consumidor debe pagar:

- Un cargo por comercialización en USD/consumidor-mes, independiente del consumo de energía.
- Un cargo por demanda en USD/kW-mes, por cada kW de demanda mensual facturable (indicada en el numeral 8.1) como mínimo de pago, independiente del consumo de energía, multiplicado por un factor de gestión de la demanda (FGDI) señalado en el numeral 9.2.
- Un cargo por energía en USD/kWh, en función de la energía consumida en el período de lunes a viernes, de 08:00 hasta las 18:00 horas.
- Un cargo por energía en USD/kWh, en función de la energía consumida en el período de lunes a viernes, de 18:00 hasta las 22:00 horas.
- Un cargo por energía en USD/kWh, en función de la energía consumida en el período de lunes a viernes de 22:00 hasta las 08:00 horas; incluyendo la energía de sábados, domingos y feriados, en el período de 22h00 a 18:00 horas.
- Un cargo por energía en USD/kWh, en función de la energía consumida en el período de sábados, domingos y feriados, en el período de 18:00 hasta las 22:00 horas.

5.5. TARIFA GENERAL DE MEDIO VOLTAJE CON REGISTRADOR DE DEMANDA HORARIA PARA BOMBEO DE AGUA PARA EL SERVICIO PÚBLICO DE AGUA POTABLE

Se aplica a los consumidores de la categoría general de bajo voltaje, cuyo uso de la energía es para el bombeo de agua para el Servicio Público de Agua Potable; y que disponen de un registrador de demanda horaria que les permite identificar la demanda de potencia y los consumos de energía en los períodos horarios de punta, media y base. A estos consumidores se aplica la estructura tarifaria indicada en el numeral 4.4.6. El nivel tarifario está indicado en los Cuadros Tarifarios anexos a este Pliego Tarifario.

5.6. TARIFA GENERAL DE MEDIO VOLTAJE CON REGISTRADOR DE DEMANDA HORARIA PARA LAS ESTACIONES DE CARGA RÁPIDA DE VEHÍCULOS ELÉCTRICOS

Se aplica a los consumidores sujetos a la categoría general de medio voltaje; que se enfocan al uso de la energía para estaciones de carga rápida de vehículos eléctricos.

Estas estaciones deben tener instalado un medidor con registrador de demanda horaria, que permita identificar la demanda de potencia y los consumos de energía en los períodos de demanda punta, media y base.



El consumidor debe pagar:

- a) Un cargo por comercialización en USD/consumidor-mes, independiente del consumo de energía.
- b) Un cargo por demanda en USD/kW-mes, por cada kW de demanda mensual facturable (indicada en el numeral 8.1) como mínimo de pago, independiente del consumo de energía, multiplicado por un factor de gestión de la demanda (FGDVE) señalado en el numeral 9.3.
- c) Un cargo por energía en USD/kWh, en función de la energía consumida en el período de demanda de punta de 18:00 hasta las 22:00 horas, de lunes a domingo.
- d) Un cargo por energía en USD/kWh, en función de la energía consumida en el período de demanda de media, de 08:00 hasta las 18:00 horas, de lunes a viernes; equivalente al 80% del cargo en el período de punta (literal c).
- e) Un cargo por energía en USD/kWh, en función de la energía consumida en el período de demanda de base de 22:00-08:00 horas, de lunes a domingo y 08:00-18:00 horas sábado y domingo; equivalente al 50% del cargo en el período de punta (literal c).

6. TARIFA DE ALTO VOLTAJE

Se aplica a los consumidores de la categoría general de alto voltaje, indicados en los numerales 3.1.2 y 3.2.3; y, cuyos suministros deben disponer de un registrador de demanda horaria.

6.1. TARIFA GENERAL DE ALTO VOLTAJE EXCEPTO PARA CONSUMIDORES INDUSTRIALES

Se aplica a los consumidores cuyo nivel de voltaje es el Grupo 1 – AV1, indicado en el numeral 3.2.3.2. No se aplica para los consumidores industriales.

El consumidor debe pagar:

- a) Un cargo por comercialización en USD/consumidor-mes, independiente del consumo de energía.
- b) Un cargo por demanda en USD/kW-mes, por cada kW de demanda mensual facturable (indicada en el numeral 8.1) como mínimo de pago, independiente del consumo de energía, multiplicado por un factor de gestión de la demanda (FGD) señalado en el numeral 9.1.
- c) Un cargo por energía en USD/kWh, en función de la energía consumida en el período de 08:00 hasta las 22:00 horas.
- d) Un cargo por energía en USD/kWh, en función de la energía consumida, en el período de 22:00 hasta las 08h00 horas.

En el caso de los consumidores de asistencia social y beneficio público, se aplica la misma estructura tarifaria indicada anteriormente. El nivel tarifario está indicado en los Cuadros Tarifarios anexos a este Pliego Tarifario.

6.2. TARIFA GENERAL DE ALTO VOLTAJE PARA INDUSTRIALES (GRUPO 1 – AV1)

Se aplica a los consumidores industriales, cuyo nivel de voltaje es el Grupo 1- AV1, indicado en el numeral 3.2.3.2.

El consumidor debe pagar:

- a) Un cargo por comercialización en USD/consumidor-mes, independiente del consumo de energía.
- b) Un cargo por demanda en USD/kW-mes, por cada kW de demanda mensual facturable (indicada en el numeral 8.1) como mínimo de pago, independiente del consumo de energía, multiplicado por un factor de gestión de la demanda (FGDI) señalado en el numeral 9.2.
- c) Un cargo por energía en USD/kWh, en función de la energía consumida en el período de lunes a viernes, de 08:00 hasta las 18:00 horas.



- d) Un cargo por energía en USD/kWh, en función de la energía consumida en el período de lunes a viernes, de 18:00 hasta las 22:00 horas.
- e) Un cargo por energía en USD/kWh, en función de la energía consumida en el período de lunes a viernes, de 22:00 hasta las 08:00 horas; incluyendo la energía de sábados, domingos y feriados, en el período de 22:00 a 18:00 horas.
- f) Un cargo por energía en USD/kWh, en función de la energía consumida en el período de sábados, domingos y feriados, en el período de 18:00 hasta las 22:00 horas.

6.3. TARIFA GENERAL DE ALTO VOLTAJE PARA BOMBEO DE AGUA PARA EL SERVICIO PÚBLICO DE AGUA POTABLE

Se aplica a los consumidores de la categoría general de alto voltaje, Grupo 1 – AV1 indicado en el numeral 3.2.3.2, destinados al bombeo de agua para el Servicio Público de Agua Potable que disponen de un registrador de demanda horaria que les permite identificar la demanda de potencia y los consumos de energía en los períodos horarios de punta, media y base. A estos consumidores se aplica la estructura tarifaria indicada en el numeral 4.4.6. El nivel tarifario está indicado en los Cuadros Tarifarios anexos a este Pliego Tarifario.

6.4. TARIFA GENERAL DE ALTO VOLTAJE PARA LAS ESTACIONES DE CARGA RÁPIDA DE VEHÍCULOS ELÉCTRICOS

Se aplica a los consumidores de energía eléctrica conectados a alto voltaje, Grupo 1 – AV1 indicado en el numeral 3.2.3.2. A estos consumidores se les aplica la estructura y nivel tarifario correspondiente a la tarifa indicada en el numeral 5.6.

6.5. TARIFA GENERAL DE ALTO VOLTAJE PARA INDUSTRIALES (GRUPO 2 – AV2)¹

Se aplica a los consumidores industriales, cuyo nivel de voltaje es el Grupo 2- AV2, indicado en el numeral 3.2.3.1

El consumidor debe pagar:

- a) Un cargo por comercialización en USD/consumidor-mes, independiente del consumo de energía.
- b) Un cargo por demanda en USD/kW-mes, por cada kW de demanda mensual facturable (indicada en el numeral 8.1), como mínimo de pago, independiente del consumo de energía.
- c) Un cargo por energía en USD/kWh, en función de la energía consumida en el período de lunes a viernes, de 08:00 hasta las 18:00 horas.
- d) Un cargo por energía en USD/kWh, en función de la energía consumida en el período de lunes a viernes, de 18:00 hasta las 22:00 horas.
- e) Un cargo por energía en USD/kWh, en función de la energía consumida en el período de lunes a viernes, de 22:00 hasta las 08:00 horas, incluyendo la energía de sábados, domingos y feriados en el período de 22:00 a 18:00 horas.
- f) Un cargo por energía en USD/kWh, en función de la energía consumida en el período de sábados, domingos y feriados en el período de 18:00 hasta las 22:00 horas.

¹ Observar lo dispuesto mediante Resolución Nro. ARCONEL 057/17 de 31 de agosto de 2017.



7. CONSUMOS ESTACIONALES Y OCASIONALES

7.1. CONSUMOS ESTACIONALES

Los consumidores de la categoría general; servidos en bajo, medio y alto voltaje; con régimen de consumo estacional durante un año, pueden acogerse a dos o cuatro periodos estacionales, de acuerdo a sus características de consumo.

El régimen de consumo estacional debe evidenciar al menos una variación del 50% en la demanda de potencia entre las diferentes estaciones establecidas.

La *Estación Baja* es el periodo durante el cual se registran las demandas de potencia mínimas del usuario; y, la *Estación Alta* es el periodo durante el cual se registran las demandas de potencia máximas del usuario.

La aplicación tarifaria comprende lo siguiente:

- Los valores por energía y comercialización serán los mismos que se utilizan para clientes de consumo no estacional, de acuerdo a su tipo de tarifa, independientemente de la estacionalidad.
- Los cargos por demanda serán los mismos que se utilizan para clientes de consumo no estacional, de acuerdo a su tipo de tarifa- La demanda facturable considera lo indicado en el numeral 8.1.

7.2. CONSUMOS OCASIONALES

Los consumidores de tipo ocasional, tales como: circos, ferias, espectáculos públicos al aire libre y otros similares, servidos en alto, medio o bajo voltaje, se les ubicará en la Categoría General y se les aplicará la tarifa correspondiente a esta categoría.

Los cargos por energía y comercialización serán los mismos que se utilizan para los consumidores regulados estables. En el caso de que la demanda sea mayor a 10 kW (contratada o facturable) se facturará como una tarifa con demanda y el cargo por potencia estará afectado por un factor de recargo del 100% del cargo correspondiente.

8. DEMANDA FACTURABLE

La demanda facturable es la resultante de la comparación con la demanda máxima registrada en el equipo de medición y la potencia contratada.

8.1. MEDIDOR QUE REGISTRE DEMANDA MÁXIMA

La demanda facturable mensual (DF) corresponde a la máxima demanda (DM) registrada en el mes por el respectivo medidor de demanda, y no podrá ser inferior al 60% del valor de la máxima demanda de los últimos doce meses incluyendo el mes de facturación (DM_{max12}).

$$DF = \begin{cases} 60\% \times DM_{max12} & \text{si } DM < 60\% \times DM_{max12} \\ DM & \text{si } DM \geq 60\% \times DM_{max12} \end{cases}$$

Para la aplicación de los consumos estacionales (numeral 7.1), la comparación se realiza respecto del periodo de los meses correspondientes a la misma estacionalidad inmediata anterior.

Es responsabilidad de la distribuidora monitorear al consumidor para mantener la condición de la tarifa con demanda.

Para el caso de los consumidores que utilizan la energía para bombeo de agua para usos agrícolas y acuícolas, la demanda facturable mensual será igual a la demanda mensual registrada en el respectivo medidor.



8.2. DEMANDA DE APARATOS DE USO INSTANTÁNEO

Los procedimientos para la determinación de la demanda facturable señalados en el numeral 8.1, no se aplican en el caso de cargas correspondientes a aparatos de uso instantáneo como por ejemplo: soldadoras eléctricas y equipos similares, equipos de rayos X, turbinas de uso odontológico, entre otros. En estos casos la demanda facturable considerará adicionalmente la potencia de placa tomando en cuenta el punto de conexión donde trabajan estos aparatos o la medición de la potencia instantánea de tales equipos. La demanda total facturable corresponderá a la suma de la demanda registrada o calculada según lo establecido en el numeral 8.1, más la potencia de placa o potencia instantánea medida de dichos aparatos, afectada por un factor de coincidencia o de simultaneidad para el caso de varios equipos.

9. FACTORES DE GESTIÓN DE LA DEMANDA¹

Para su aplicación, se debe establecer la demanda máxima mensual del consumidor durante las horas de pico de la empresa eléctrica (18:00 a 22:00 horas) - DP y la demanda máxima mensual del consumidor - DM .

9.1. REGISTRADOR DE DEMANDA HORARIA - FGD

Para aquellos consumidores que disponen de un registrador de demanda horaria, excepto consumidores industriales en medio y alto voltaje, y vehículos eléctricos, el factor de gestión de la demanda (FGD) se obtiene de la relación:

$$FGD = \begin{cases} 0.6 & \text{si } \frac{DP}{DM} < 0.6 \\ \frac{DP}{DM} & \text{si } 0.6 \leq \frac{DP}{DM} \leq 1.0 \end{cases}$$

9.2. INDUSTRIALES EN MEDIO Y ALTO VOLTAJE - FGDI

Para los consumidores industriales en medio y alto voltaje (numeral 6.2) que disponen de un registrador de demanda horaria, el factor de gestión de la demanda (FGDI) se obtiene de la siguiente manera:

$$FGDI = \begin{cases} 0.50 & \text{si } \frac{DP}{DM} < 0.6 \\ 0.5833 \times \frac{DP}{DM} + 0.4167 \times \left(\frac{DP}{DM}\right)^2 & \text{si } 0.6 \leq \frac{DP}{DM} \leq 0.9 \\ 1.00 & \text{si } 0.9 < \frac{DP}{DM} \leq 1.0 \end{cases}$$

9.3. VEHÍCULOS ELÉCTRICOS - FGDVE2

Para los consumidores de la categoría general en medio y alto voltaje para las estaciones de carga rápida de vehículos eléctricos:

$$FGDVE = \begin{cases} 0.60 & \text{si } DM \text{ se registra en los periodos de demanda media o base} \\ 1.00 & \text{si } DM \text{ se registra en los periodos de demanda punta} \end{cases}$$

¹ Observar lo dispuesto mediante Resolución Nro. ARCONEL 073/15 de 21 de octubre de 2015.
² Observar lo dispuesto mediante Resolución Nro. ARCONEL 041/16 de 28 de junio de 2016.



10. FACTOR DE POTENCIA

Se aplica para aquellos consumidores de la categoría general, con medición de energía reactiva, para lo cual se debe considerar:

$$FP_r = \begin{cases} P_{BFP} = 0 & \text{si } FP_r \geq 0.92 \\ P_{BFP} = B_{FP} \times FSPEE_i & \text{si } FP_r < 0.92 \rightarrow B_{FP} = \frac{0.92}{FP_r} - 1 \end{cases}$$

Donde:

FP_r = Factor de potencia registrado

P_{BFP} = Penalización por bajo factor de potencia

B_{FP} = Factor de penalización

$FSPEE_i$ = Factura por servicio público de energía eléctrica inicial

Cuando el valor medio del factor de potencia sea inferior a 0,60, para cualquier tipo de consumidor de categoría general con medición de energía reactiva, la distribuidora, previa notificación, podrá suspender el servicio público de energía eléctrica hasta que el consumidor adecue sus instalaciones a fin de superar dicho valor límite.

11. FACTURACIÓN

La facturación del servicio público de energía eléctrica es la sumatoria de los rubros económicos de las componentes de: energía, potencia, pérdidas en transformadores, comercialización y penalización por bajo factor de potencia, de acuerdo a las características del consumidor regulado, y su expresión es la siguiente:

$$FSPEE = E + P + PIT + C + P_{BFP}$$

Donde:

$FSPEE$ = Factura por servicio público de energía eléctrica – USD

E = Energía

P = Demanda de Potencia

PIT = Pérdidas en Transformadores

C = Comercialización

P_{BFP} = Penalización por bajo factor de potencia



Para la facturación, la distribuidora tiene la obligación de tomar lecturas al consumidor regulado conforme la tarifa establecida en el presente Pliego Tarifario, sobre la base de mediciones directas y mensuales, que corresponden a periodos de lecturas mayor o igual a 28 días y menor o igual a 33 días¹; de modo que se emitan como máximo doce facturas al año. La distribuidora debe enmarcar los cronogramas de las fechas de toma de lectura conforme el concepto "mes de consumo" y para la facturación se debe aplicar el nivel tarifario predominante. La distribuidora tiene la facultad de utilizar un consumo estimado, únicamente para las excepciones definidas en el Artículo 40 de la Ley Orgánica de Defensa al Consumidor.

En la planilla debe constar exclusivamente el valor de la factura por servicio público de energía eléctrica; así como de aquellos subsidios, rebajas y/o compensaciones otorgadas por el Estado ecuatoriano.

12. VIGENCIA

El presente pliego tarifario rige a partir del 1 de enero del 2019 y tendrá vigencia hasta el 31 de diciembre del 2019.

¹ Observar lo dispuesto en el numeral 16.1 de la Regulación Nro. ARCONEL 004/18 de 22 de octubre de 2018



PERIODO: ENERO - DICIEMBRE

EMPRESAS ELÉCTRICAS:

AMBATO-AZOGUES-CNEL BOLÍVAR-CENTROSUR-COTOPAXI-NORTE-RIOBAMBA-SUR

CARGOS TARIFARIOS ÚNICOS

ENERO - DICIEMBRE

RANGO DE CONSUMO	DEMANDA (USD/kWh-mes)	ENERGÍA (USD/kWh)	COMERCIALIZACIÓN (USD Consumidor)	
RESIDENCIAL				
BAJO Y MEDIO VOLTAJE				
NIVEL VOLTAJE				
1-99		0,091	1,414	
51-100		0,093		
101-150		0,095		
151-200		0,097		
201-250		0,099		
251-300		0,101		
301-350		0,103		
351-500		0,105		
501-700		0,1285		
701-1000		0,1450		
1001-1500		0,1709		
1501-2500		0,2752		
2501-3500		0,4300		
Superior		0,6812		
RESIDENCIAL TEMPORAL				
		0,1285		
BAJO VOLTAJE SIN DEMANDA				
COMERCIAL				
1-300		0,092	1,414	
Superior		0,163		
E. OFICIALES, ESC. DEPORTIVOS, SERVICIO COMUNITARIO Y ABOGADOS ESPECIALES				
1-300		0,062		
Superior		0,093		
BOMBEO AGUA				
1-300		0,072		
Superior		0,083		
BOMBEO AGUA SERVICIO PÚBLICO DE AGUA POTABLE				
1-300		0,058		
Superior		0,066		
INDUSTRIAL ARTESANAL				
1-300		0,072		
Superior		0,089		
ASISTENCIA SOCIAL, BENEFICIO PÚBLICO Y CULTO RELIGIOSO				
1 - 100		0,034		
101-200		0,036		
201-300		0,038		
Superior		0,063		
BAJO VOLTAJE CON DEMANDA				
COMERCIALES				
	4,790	0,090	1,414	
INDUSTRIALES				
	4,790	0,080		
ENTIDADES OFICIALES, ESCENARIOS DEPORTIVOS SERVICIO COMUNITARIO Y ABOGADOS ESPECIALES				
	4,790	0,080		
BOMBEO AGUA				
	4,790	0,070		



Handwritten signature and initials.



PERIODO: ENERO - DICIEMBRE

EMPRESAS ELÉCTRICAS:

AMBATO-AZOGUES-CNEL BOLÍVAR-CENTROSUR-COTOPAXI-NORTE-RIOBAMBA-SUR

CARGOS TARIFARIOS ÚNICOS

ENERO - DICIEMBRE **

HABIDO DE CONSUMO	DEMANDA (USD/KWh mes)	ENERGÍA (USD/KWh)	COMERCIALIZACIÓN (USD/Consumidor)	
NIVEL VOLTAJE				
BAJO VOLTAJE CON DEMANDA HORARIA				
COMERCIALES				
06:00 hasta 22:00 horas	4,790	0,590	1,414	
22:00 hasta 06:00 horas		0,572		
INDUSTRIALES				
06:00 hasta 22:00 horas	4,790	0,565		
22:00 hasta 06:00 horas		0,568		
E. OFICIALES, E.S.C. DEPORTIVOS				
SERVICIO COMUNITARIO Y ABONADOS ESPECIALES				
06:00 hasta 22:00 horas	4,790	0,580		
22:00 hasta 06:00 horas		0,566		
BOMBEO AGUA				
06:00 hasta 22:00 horas	4,790	0,575		
22:00 hasta 06:00 horas		0,566		
NIVEL VOLTAJE				
BAJO VOLTAJE CON DEMANDA HORARIA DIFERENCIADA				
BOMBEO AGUA SERVICIO PÚBLICO DE AGUA POTABLE				
L-V 06:00 hasta 18:00 horas	2,520	0,056	1,414	
L-V 18:00 hasta 22:00 horas		0,095		
L-V 22:00 hasta 06:00 horas		0,045		
S,D 18:00 hasta 22:00 horas		0,056		
VEHICULOS ELECTRICOS				
L-V 06:00 hasta 18:00 horas	4,090	0,090		
L-D: 18:00 hasta 22:00		0,100		
L-D: 22:00 hasta 06:00 horas		0,090		
SyD: 06:00 hasta 18:00 horas		0,090		
NIVEL VOLTAJE				
BAJO Y MEDIO VOLTAJE				
BOMBEO AGUA - COMUNIDADES CAMPESINAS DE ESCASOS RECURSOS ECONÓMICOS SIN FINES DE LUCRO				
1-300 Superior		0,040	0,700	
		0,040		
ASISTENCIA SOCIAL, BENEFICIO PÚBLICO Y CULTO RELIGIOSO CON DEMANDA				
	3,000	0,065	1,414	
ASISTENCIA SOCIAL Y BENEFICIO PÚBLICO CON DEMANDA HORARIA				
	3,000	0,065		
06:00 hasta 22:00 horas		0,065		
22:00 hasta 06:00 horas		0,554		

Handwritten signature and initials.





PERIODO: ENERO - DICIEMBRE

EMPRESAS ELÉCTRICAS:

AMBATO-AZOGUES-CNEL BOLÍVAR-CENTROSUR-COTOPAXI-NORTE-RIOBAMBA-SUR

CARGOS TARIFARIOS ÚNICOS

ENERO - DICIEMBRE **

RANGO DE CONSUMO	DEMANDA (USD/kWh mes)	ENERGÍA (USD/kWh)	COMERCIALIZACIÓN (USD/Consumidor)	
NIVEL VOLTAJE				
MEDIO VOLTAJE CON DEMANDA				
COMERCIALES				
	4,790	0,035	1,414	
INDUSTRIALES				
	4,790	0,003		
E. OFICIALES, ESC. DEPORTIVOS SERVICIO COMUNITARIO Y ABONADOS ESPECIALES				
	4,790	0,071		
	4,790	0,061		
NIVEL VOLTAJE				
MEDIO VOLTAJE CON DEMANDA HORARIA				
COMERCIALES				
08:00 hasta 22:00 horas 22:00 hasta 08:00 horas	4,576	0,035	1,414	
		0,077		
E. OFICIALES, ESC. DEPORTIVOS SERVICIO COMUNITARIO Y ABONADOS ESPECIALES				
08h00 hasta 22h00 22h00 hasta 08h00	4,576	0,071		
		0,059		
BOMBEO AGUA				
08:00 hasta 22:00 horas 22:00 hasta 08:00 horas	4,576	0,061		
		0,048		
NIVEL VOLTAJE				
MEDIO VOLTAJE CON DEMANDA HORARIA DIFERENCIADA				
BOMBEO AGUA SERVICIO PÚBLICO DE AGUA POTABLE				
L-V 08:00 hasta 18:00 horas L-V 18:00 hasta 22:00 horas L-V 22:00 hasta 08:00 horas*** S,D 18:00 hasta 22:00 horas	2,620	0,043	1,414	
		0,073		
		0,034		
		0,043		
ESTACIÓN DE CARGA RÁPIDA				
L-V 08:00 hasta 18:00 horas L-D: 18:00 hasta 22:00 horas L-D: 22:00 hasta 08:00 horas S,D: 08:00 hasta 18:00 horas	4,050	0,069		
		0,086		
		0,043		
INDUSTRIALES				
L-V 08:00 hasta 18:00 horas L-V 18:00 hasta 22:00 horas L-V 22:00 hasta 08:00 horas*** S,D,F 18:00 hasta 22:00 horas	4,076	0,0897		
		0,1037		
		0,0501		
		0,0897		



Handwritten signatures and initials.



PERIODO: ENERO - DICIEMBRE *

EMPRESAS ELÉCTRICAS:

AMBATO-AZOGUES-CNEL BOLÍVAR-CENTROSUR-COTOPAXI-NORTE-RIOBAMBA-SUR

CARGOS TARIFARIOS ÚNICOS

ENERO - DICIEMBRE **

RANGO DE CONSUMO	DEMANDA (USD\$/Wh mes)	ENERGÍA (USD kWh)	COMERCIALIZACIÓN (USD/Consumidor)	
NIVEL VOLTAJE	ALTO VOLTAJE CON DEMANDA HORARIA			
	COMERCIALES			
	4,400	0,088	1,414	
08:00 hasta 22:00 horas		0,081		
22:00 hasta 08:00 horas				
	E. OFICIALES, ESC. DEPORTIVOS SERVICIO COMUNITARIO Y ABONADOS ESPECIALES			
	4,400	0,055		
08:00 hasta 22:00 horas		0,039		
22:00 hasta 08:00 horas				
	BOMBEO AGUA			
	4,400	0,055		
08:00 hasta 22:00 horas		0,049		
22:00 hasta 08:00 horas				
	ASISTENCIA SOCIAL Y BENEFICIO PÚBLICO CON DEMANDA HORARIA			
	3,000	0,055		
08:00 hasta 22:00 horas		0,054		
22:00 hasta 08:00 horas				
NIVEL VOLTAJE	ALTO VOLTAJE CON DEMANDA HORARIA DIFERENCIADA			
	BOMBEO AGUA SERVICIO PÚBLICO DE AGUA POTABLE			
	2,100	0,039	1,414	
L-V 08:00 hasta 18:00 horas		0,065		
L-V 18:00 hasta 22:00 horas		0,031		
L-V 22:00 hasta 08:00 horas***		0,039		
S,D 18:00 hasta 22:00 horas				
	ESTACIÓN DE CARGA RÁPIDA			
	4,050	0,089		
L-V 08:00 hasta 18:00 horas		0,095		
L-D: 18:00 hasta 22:00 horas		0,043		
L-D: 22:00 hasta 08:00 horas				
SyD: 08:00 hasta 18:00 horas				
	INDUSTRIALES			
	4,400	0,8637		
L-V 08:00 hasta 18:00 horas		0,8967		
L-V 18:00 hasta 22:00 horas		0,8501		
L-V 22:00 hasta 08:00 horas***		0,8637		
S,D,F 18:00 hasta 22:00 horas				
NIVEL VOLTAJE	ALTO VOLTAJE CON DEMANDA HORARIA DIFERENCIADA (Grupo - AV2)			
	INDUSTRIALES			
	3,940	0,3678	7,066	
L-V 08:00 hasta 18:00 horas		0,3614		
L-V 18:00 hasta 22:00 horas		0,3543		
L-V 22:00 hasta 08:00 horas***		0,3678		
S,D,F 18:00 hasta 22:00 horas				

* Se aplicará desde el 01 de enero hasta el 31 de diciembre de 2019

** Conforme al Numeral 4 de la Resolución Nro. 043/11.

— El valor de este cargo tarifario se aplica para el periodo complementario de los días S,D,F.

Handwritten signatures and initials.





PERIODO: ENERO - DICIEMBRE
EMPRESAS ELÉCTRICAS

CMSL EL ORO-CMSL ESMERALDAS-CMSL GUAYAS LOS RÍOS-CMSL LOS RÍOS-CMSL MAMARÉ CMSL MILAGRO-CMSL SANTA ELENA-CMSL SANTO DOMINGO-CMSL SUCUMBIOS

CARGOS TARIFARIOS ÚNICOS
JUNIO - NOVIEMBRE

RANGO DE CONSUMO	DEMANDA (KWH/AN)	DEMANDA (KVA/AN)	COMERCIALIZACIÓN (PSE/Consumidor)	
RESIDENCIAL				
NIVEL VOLTAJE	BAJO Y MEDIO VOLTAJE			
1-99		0,091	1,414	
101-100		0,095		
101-200		0,097		
201-250		0,099		
251-300		0,101		
301-350		0,103		
351-400		0,105		
401-700		0,108		
701-1000		0,109		
1001-1500		0,110		
1501-2500		0,112		
2501-3500		0,113		
Superior		0,115		
	RESIDENCIAL TEMPORAL			
		0,108		
CATEGORÍA GENERAL				
NIVEL VOLTAJE	BAJO VOLTAJE SIN DEMANDA			
	COMERCIAL			
1-999		0,092	1,414	
Superior		0,103		
II. OFICINAS, ESC. DEPORTIVOS, SERVICIO COMUNITARIO				
1-999		0,092		
Superior		0,099		
BOMBEO AGUA				
1-999		0,070		
Superior		0,083		
BOMBEO AGUA SERVICIO PÚBLICO DE AGUA POTABLE				
1-999		0,059		
Superior		0,069		
INDUSTRIAL ARTESANAL				
1-999		0,079		
Superior		0,089		
ASISTENCIA SOCIAL, BENEFICIO PÚBLICO Y CULTO RELIGIOSO				
1-1000		0,034		
101-200		0,034		
201-300		0,035		
Superior		0,035		
NIVEL VOLTAJE	BAJO VOLTAJE CON DEMANDA			
	DOMESTICAS			
	4,750	0,089	1,414	
	INDUSTRIALES			
	4,750	0,089		
	ENTRADA OFICIALES, ESCENARIOS DEPORTIVOS			
	4,750	0,089		
	SERVICIO COMUNITARIO Y ABONADOS ESPECIALES			
	4,750	0,089		
	BOMBEO AGUA			
	4,750	0,070		
	4,750	0,070		

(Handwritten signatures)



PERIODO: ENERO - DICIEMBRE
EMPRESAS ELÉCTRICAS

CMSL EL ORO-CMSL ESMERALDAS-CMSL GUAYAS LOS RÍOS-CMSL LOS RÍOS-CMSL MAMARÉ CMSL MILAGRO-CMSL SANTA ELENA-CMSL SANTO DOMINGO-CMSL SUCUMBIOS

CARGOS TARIFARIOS ÚNICOS
DICIEMBRE - MAYO

RANGO DE CONSUMO	DEMANDA (KWH/AN)	DEMANDA (KVA/AN)	COMERCIALIZACIÓN (PSE/Consumidor)
NIVEL VOLTAJE	BAJO Y MEDIO VOLTAJE		
1-99		0,091	1,414
101-100		0,095	
101-200		0,097	
201-250		0,099	
251-300		0,101	
301-350		0,103	
351-400		0,105	
401-700		0,108	
701-1000		0,109	
1001-1500		0,110	
1501-2500		0,112	
2501-3500		0,113	
Superior		0,115	



PERIODO: ENERO - DICIEMBRE
 EMPRESA ELÉCTRICA:

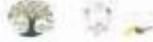
CMBL EL ORO-CMBL EMERALDAS-CMBL GUAYAS LOS RÍOS-CMBL LOS RÍOS-CMBL MANABÍ-CMBL MLAGRO-CMBL SANTA ELENA-CMBL SAN TO DOMINGO-CMBL SUCUMBIOS

CARGOS TARIFARIOS ÚNICOS
 JUNIO - NOVIEMBRE

NIVEL DE TENSIÓN	CATEGORÍA DE CONSUMIDORES	TARIFA COMERCIAL	TARIFA INDUSTRIAL	CONTRIBUCIONES PARAFISCALES	
NIVEL VOLTAJE					
BAJO VOLTAJE CON DEMANDA HORARIA					
COMERCIALES		4,700	6,900	1,414	
08:00 hasta 22:00 horas 22:00 hasta 08:00 horas			0,372		
INDUSTRIALES		4,700	6,900		
08:00 hasta 22:00 horas 22:00 hasta 08:00 horas			0,369		
EL OFICIALES, ESC. DEPORTIVOS SERVICIO COMUNITARIO Y ABOGADOS ESPECIALES		4,700	6,900		
08:00 hasta 22:00 horas 22:00 hasta 08:00 horas			0,366		
BOMBEO AGUA		4,700	6,679		
08:00 hasta 22:00 horas 22:00 hasta 08:00 horas			0,359		
NIVEL VOLTAJE					
BAJO VOLTAJE CON DEMANDA HORARIA DIFERENCIADA					
BOMBEO AGUA SERVICIO PUBLICO DE AGUA POTABLE		2,600	6,900	1,414	
L-V 08:00 hasta 18:00 horas L-V 18:00 hasta 22:00 horas L-V 22:00 hasta 08:00 horas** S-D 18:00 hasta 22:00 horas			0,695		
VEHICULOS ELECTRICOS		4,000	6,900		
L-V 08:00 hasta 18:00 horas L-V 18:00 hasta 22:00 S-D 22:00 hasta 08:00 horas S-D 08:00 hasta 18:00 horas			0,690		
NIVEL VOLTAJE					
BAJO Y MEDIO VOLTAJE					
BOMBEO AGUA - COMPLEJOS CARPISEROS DE ESCASOS RECURSOS ECONOMICOS SIN FINES DE LUCHA		1,000	3,940	1,700	
Superior			3,940		
ASISTENCIA SOCIAL, BENEFICIO PUEBLO Y CULTO RELIGIOSO CON DEMANDA		3,000	6,000	1,414	
ASISTENCIA SOCIAL Y BENEFICIO PUEBLO CON DEMANDA HORARIA		3,000	6,000		
08:00 hasta 22:00 horas 22:00 hasta 08:00 horas			0,004		

Handwritten signature and initials





PERIODO: ENERO - DICIEMBRE

IMPRESA ELÉCTRICA

CNEL EL ORO-CNEL ESMERALDAS-CNEL GUAYAS LOS RÍOS-CNEL LOS RÍOS-CNEL MANABÍ-CNEL MILAGRO-CNEL SANTA ELENA-CNEL SANTO DOMINGO-CNEL ZACATECAS

CARGOS TARIFARIOS UNICOS

JUNIO - NOVIEMBRE

TIPO DE CARGA	ENERGÍA (KWH/1000)	TARIFA (CÓDIGO)	CONTRIBUCIÓN (CÓDIGO)
NIVEL VOLTAJE			
GENERAL MEDIO VOLTAJE CON DEMANDA			
COMERCIALES			
	4,790		0,095
INDUSTRIALES			
	4,790		0,092
S. ESPECIALES, ESC. DEPORTIVOS			
SERVICIO CON INTARBO Y ABOGADOS ESPECIALES			
	4,790		0,071
BOMBEO AGUA			
	4,790		0,081
MEIO VOLTAJE CON DEMANDA HORARIA			
COMERCIALES			
	4,278		0,080
			0,077
S. ESPECIALES, ESC. DEPORTIVOS			
SERVICIO CON INTARBO Y ABOGADOS ESPECIALES			
	4,278		0,071
			0,059
BOMBEO AGUA			
	4,278		0,081
			0,048
MEIO VOLTAJE			
MEIO VOLTAJE CON DEMANDA HORARIA DIFERENCIADA			
BOMBEO AGUA SERVICIO PUBLICO DE AGUA POTABLE			
	3,620		0,048
			0,073
			0,094
			0,048
ESTACION DE CARGA RAPIDA			
	4,655		0,098
			0,098
			0,049
INDUSTRIALES			
	4,578		0,007
			0,007
			0,001
			0,007

[Handwritten signatures and initials]



Resolución No. 08/003 - 001 11 (1 de mayo de 2011)
Resolución No. 00/002 - 001 11 (2 de diciembre de 2011)



PERIODO: ENERO - DICIEMBRE

EMPRESAS ELÉCTRICAS:

CNEL EL ORO-CNEL ESMERALDAS-CNEL QUAYAS LOS RÍOS-CNEL LOS RÍOS-CNEL MANABÍ-CNEL MLAGRO-CNEL SANTA ELENA-CNEL SANTO DOMINGO-CNEL SUCUMBIOS

CARGOS TARIFARIOS ÚNICOS

JUNIO - NOVIEMBRE

TIPO DE CARGOS	Tarifario (Categoría)	ENVIOS (LÍNEAS)	PREFUNDIZACIÓN (CATEGORÍA)	
SEVEL VOLTAJE				
ALTO VOLTAJE CON DEMANDA HORARIA				
COMERCIALES				
06:00 hasta 22:00 horas 22:00 hasta 06:00 horas	1,400	0,300	0,281	
	E. OFICIALES, ESC. DEPORTIVOS SERVICIO COMUNITARIO Y ABOGADOS ESPECIALES			
06:00 hasta 22:00 horas 22:00 hasta 06:00 horas	1,400	0,300	0,282	
	BOMBEO AGUA			
06:00 hasta 22:00 horas 22:00 hasta 06:00 horas	1,400	0,300	0,283	
	ASISTENCIA SOCIAL Y BENEFICIO PÚBLICO CON DEMANDA HORARIA			
06:00 hasta 22:00 horas 22:00 hasta 06:00 horas	1,000	0,300	0,284	
	SEVEL VOLTAJE			
ALTO VOLTAJE CON DEMANDA HORARIA DIFERENCIADA				
BOMBEO AGUA SERVICIO PÚBLICO DE AGUA POTABLE				
L-V 06:00 hasta 18:00 L-V 18:00 hasta 22:00 L-V 22:00 hasta 06:00 S-D 12:00 hasta 22:00	2,500	0,200	0,285	
	ESTACION DE CARRO RAPIDA			
	L-V 06:00 hasta 18:00 horas L-D 18:00 hasta 22:00 horas L-D 22:00 hasta 06:00 horas S-D 06:00 hasta 18:00 horas	3,000	0,080	0,286
		INDUSTRIALES		
L-V 06:00 hasta 18:00 horas L-V 18:00 hasta 22:00 horas L-V 22:00 hasta 06:00 horas S-D 06:00 hasta 22:00 horas		4,800	0,067	0,287
SEVEL VOLTAJE				
ALTO VOLTAJE CON DEMANDA HORARIA DIFERENCIADA (Grupo - AV2)				
INDUSTRIALES				
L-V 06:00 hasta 18:00 horas L-V 18:00 hasta 22:00 horas L-V 22:00 hasta 06:00 horas S-D 06:00 hasta 22:00 horas	3,800	0,070	0,288	
	INDUSTRIALES			
	L-V 06:00 hasta 18:00 horas L-V 18:00 hasta 22:00 horas L-V 22:00 hasta 06:00 horas S-D 06:00 hasta 22:00 horas	3,800	0,074	0,289
	L-V 06:00 hasta 18:00 horas L-V 18:00 hasta 22:00 horas L-V 22:00 hasta 06:00 horas S-D 06:00 hasta 22:00 horas	3,800	0,078	0,290

Se aplicará desde el 01 de enero hasta el 31 de diciembre de 2019

Conforme al Plan tarifario 4 de la Resolución No. 043/19

El valor de este cargo tarifario se aplica para el período complementario de los días S.D.P.

Período D.P.



PERIODO: ENERO - DICIEMBRE

CWE EN GUAYMAQUE

CARGOS TARIFARIOS
JUNIO - NOVIEMBRE

RANGO DE CATEGORÍA	VERBALES (CUBICAJE en kWh)	FINANCIEROS (CUBICAJE en kWh)	DIFERENCIAL (CUBICAJE en kWh)
RESIDENCIAL			
NIVEL VOLTAJE BAJO Y MEDIO VOLTAJE			
1-90		0,070	
91-100		0,081	
101-130		0,093	
131-200		0,097	
201-230		0,099	
231-300		0,101	
301-350		0,103	
351-600		0,105	
601-700		0,106	
701-1000		0,100	
1001-1500		0,105	
1501-2000		0,109	
2001-3000		0,130	
Superior		0,2012	
RESIDENCIAL TEMPORAL			
		0,100	
GENERAL			
NIVEL VOLTAJE BAJO VOLTAJE SIN DEMANDA			
COMERCIAL			
1-900		0,092	
Superior		0,110	
E. OFICIALES, ESK, DEPORTIVOS, SERVICIO COMUNITARIO			
1-300		0,072	
Superior		0,100	
BOMBEO AGUA			
1-500		0,090	
Superior		0,090	
BOMBEO AGUA SERVICIO PÚBLICO DE AGUA POTABLE			
1-300		0,090	
Superior		0,090	
INDUSTRIAL ARTESANAL			
1-300		0,094	
Superior		0,100	
ASISTENCIA SOCIAL, BENEFICIO PÚBLICO Y CULTO RELIGIOSO			
1-100		0,090	
101-200		0,094	
201-300		0,098	
Superior		0,100	
BAJO VOLTAJE CON DEMANDA			
COMERCIALES			
		0,090	
INDUSTRIALES			
		0,090	
ENTIDADES OFICIALES, ESCUELAS DEPORTIVOS, SERVICIO COMUNITARIO Y BENEFICIOS ESPECIALES			
		0,090	
BOMBEO AGUA			
		0,070	
CONSUMOS kWh-mes:			
0-300:	1,414		
301-600:	2,828		
601-1000:	4,242		
> 1000:	7,068		

[Handwritten signatures and initials]

PERIODO: ENERO - DICIEMBRE

CWE EN GUAYMAQUE

CARGOS TARIFARIOS
DICIEMBRE - MAYO

RANGO DE CATEGORÍA	VERBALES (CUBICAJE en kWh)	FINANCIEROS (CUBICAJE en kWh)	DIFERENCIAL (CUBICAJE en kWh)
RESIDENCIAL			
NIVEL VOLTAJE BAJO Y MEDIO VOLTAJE			
1-90		0,070	
91-100		0,081	
101-130		0,093	
131-200		0,097	
201-230		0,099	
231-300		0,101	
301-350		0,103	
351-600		0,105	
601-700		0,106	
701-1000		0,100	
1001-1500		0,105	
1501-2000		0,109	
2001-3000		0,130	
Superior		0,2012	
CONSUMOS kWh-mes:			
0-300:	1,414		
301-600:	2,828		
601-1000:	4,242		
> 1000:	7,068		



PERIODO: AÑO - DICIEMBRE

OMEL SAN GONIAQUEZ

CARGOS TARIFARIOS

JUNIO - NOVIEMBRE

NIVEL DE VOLTAJE	DESCRIPCIÓN DE CARGOS	TARIFA	CONTRIBUCIÓN DE CARGOS
ALTO VOLTAJE	BAJO VOLTAJE CON DEMANDA HORARIA		
	COMERCIALES		
	08:00 Horas 22:00 horas	4,383	0,360
	22:00 Horas 08:00 horas		0,274
	INDUSTRIALES		
	08:00 Horas 22:00 horas	4,482	0,367
	22:00 Horas 08:00 horas		0,271
	E. OFICIALES, ETC. DEPORTIVOS SERVICIO COMUNITARIO Y ABOGADOS ESPECIALES		
	08:00 Horas 22:00 horas	4,383	0,363
	22:00 Horas 08:00 horas		0,268
BOMBEO AGUA			
08:00 Horas 22:00 horas	4,383	0,273	
22:00 Horas 08:00 horas		0,268	
MEDIO VOLTAJE	BAJO VOLTAJE CON DEMANDA HORARIA OPERACIONES		
	BOMBEO AGUA SERVICIO PÚBLICO DE AGUA POTABLE		
	L-V 08:00 hasta 18:00 horas	2,620	0,269
	L-V 18:00 hasta 22:00 horas		0,269
	L-V 22:00 hasta 08:00 horas		0,268
	S-D 18:00 hasta 22:00 horas		0,268
	VEHICULOS ELECTRICOS		
	L-V 08:00 hasta 18:00 horas	4,200	0,260
	L-D 18:00 hasta 22:00		0,180
	S-D 22:00 hasta 08:00 horas		0,269
08:00 hasta 22:00 horas		0,269	
BAJO Y MEDIO VOLTAJE	BOMBEO AGUA - CONEXIONES CARPINTERIA DE RECAMOS RECURSOS ECONÓMICOS SIN FIRMES DEL DFCRO		
	1-200 Superior		9,700
	ASISTENCIA SOCIAL, BENEFICIO PÚBLICO Y CULTO RELIGIOSO CON DEMANDA		
	08:00	0,269	
	ASISTENCIA SOCIAL Y BENEFICIO PÚBLICO CON DEMANDA HORARIA		
	08:00 hasta 22:00 horas	5,420	0,260
	22:00 hasta 08:00 horas		0,260
	CONTRIBUTOS kWh mes:		
	0-200	1,474	
	201-500	0,269	
501-1000	0,260		
+ 1000	1,389		

Handwritten notes and signatures in blue ink.

Resolución No. 08/1991 - 001/1991 de Julio 4 de 1991
Resolución No. 08/1991 - 001/1991 de Agosto 4 de 1991



PERIODO: ENERO - DICIEMBRE

CNSL DV GUAYMAL
CARGOS TARIFARIOS
JUNIO - NOVIEMBRE

DESCRIPCIÓN DE SERVICIO	TARIFA (COP/KWH)	TARIFA (COP/KWH)	CONSUMO ESTIMADO (COP/KWH)	
NIVEL VOLTAJE				
BIBO VOLTAJE CON DEMANDA				
COMERCIALES				
	4,303	0,599	CONSUMOS kWh/mes: 0-300: 1,414 301-600: 2,828 601-1000: 4,242 + 1000: 7,066	
INDUSTRIALES				
	4,303	0,579		
E. OFICIALES, ESC. DEPORTIVOS				
SERVICIO COMUNITARIO Y ABONADOS ESPECIALES				
	4,303	0,592		
BOMBEO AGUA				
	4,303	0,593		
NIVEL VOLTAJE				
BIBO VOLTAJE CON DEMANDA HORARIA				
COMERCIALES				
08:00 hasta 22:00 horas	4,303	0,599	CONSUMOS kWh/mes: 0-300: 1,414 301-600: 2,828 601-1000: 4,242 + 1000: 7,066	
22:00 hasta 08:00 horas		0,579		
E. OFICIALES, ESC. DEPORTIVOS				
	4,303	0,582		
SERVICIO COMUNITARIO Y ABONADOS ESPECIALES				
	4,303	0,583		
BOMBEO AGUA				
	4,303	0,583		
NIVEL VOLTAJE				
BIBO VOLTAJE CON DEMANDA HORARIA DIFERENCIADA				
BOMBEO AGUA SERVICIO PÚBLICO DE AGUA POTABLE				
L-V 08:00 hasta 18:00 horas	3,800	0,342	1,414	
L-V 18:00 hasta 22:00 horas		0,473		
L-V 22:00 hasta 08:00 horas		0,384		
S, D 18:00 hasta 22:00 horas		0,343		
ESTACION DE CARGA BATERIA				
	4,300	0,380		
L-V 08:00 hasta 18:00 horas		0,390		
L-D: 18:00 hasta 22:00 horas		0,390		
L-D: 22:00 hasta 08:00 horas		0,390		
S, D: 08:00 hasta 18:00 horas		0,390		
INDUSTRIALES				
L-V 08:00 hasta 18:00 horas	4,303	0,0015	CONSUMOS kWh/mes: 0-300: 1,414 301-600: 2,828 601-1000: 4,242 + 1000: 7,066	
L-V 18:00 hasta 22:00 horas		0,0031		
L-V 22:00 hasta 08:00 horas		0,0031		
S, D 18:00 hasta 22:00 horas		0,0015		

[Handwritten signatures and initials]



Resolución No. ARCONEL - 00119 (14 de junio de 2011)
Resolución No. ARCONEL - 00119 (14 de junio de 2011)

PERIODO: JUNIO - DICIEMBRE

CMS DI GUAYQUE
CARGOS TARRAFOS
JUNIO - NOVIEMBRE

PERIODO DE CONSUMO	CONDICIÓN ESPECIAL	TARIFA CONSUMO	PRECIO UNITARIO (PEN/KWH)	
NIVEL VOLTAJE				
ALTO VOLTAJE CON DEMANDA HORARIA				
CONDICIONALES				
08:00 hasta 22:00 horas	3,800	0,094	CONSUMOS 1975-2014: 0-200: 1,414 201-400: 3,426 501-1000: 4,238 = 1000: 7,266	
23:00 hasta 06:00 horas		0,070		
S. OFICIALES, ESC. DEPORTIVOS				
SERVICIO COMUNITARIO Y ABOGADOS ESPECIALES				
08:00 hasta 22:00 horas	3,800	0,096		
23:00 hasta 06:00 horas		0,061		
BOMBEO AGUA				
08:00 hasta 22:00 horas	3,800	0,096		
23:00 hasta 06:00 horas		0,061		
ASISTENCIA SOCIAL Y BENEFICIO PUEBLO CON DEMANDA HORARIA				
08:00 hasta 22:00 horas	3,800	0,096		
23:00 hasta 06:00 horas		0,066		
NIVEL VOLTAJE				
ALTO VOLTAJE CON DEMANDA HORARIA DIFERENCIADA				
BOMBEO AGUA SERVICIO PUBLICO DE AGUA POTABLE				
L-V 08:00 hasta 18:00	2,100	0,039	1,414	
L-V 18:00 hasta 22:00		0,063		
L-V 23:00 hasta 06:00		0,051		
S, D 08:00 hasta 18:00		0,050		
ESTACION DE CARGA RAPIDA				
L-V 08:00 hasta 18:00 horas	4,000	0,099		
L-D 18:00 hasta 22:00 horas		0,096		
L-V 23:00 hasta 06:00 horas		0,093		
S, D 08:00 hasta 18:00 horas		0,093		
INDUSTRIALES				
L-V 08:00 hasta 18:00 horas	3,800	0,070	CONSUMOS 10% -max: 0-200: 1,414 201-400: 3,426 501-1000: 4,238 = 1000: 7,266	
L-V 18:00 hasta 22:00 horas		0,060		
L-V 23:00 hasta 06:00 horas		0,040		
S, D 08:00 hasta 18:00 horas		0,070		
NIVEL VOLTAJE				
ALTO VOLTAJE CON DEMANDA HORARIA DIFERENCIADA (Grupo - III)				
INDUSTRIALES				
L-V 08:00 hasta 18:00 horas	3,900	0,071	1,900	
L-V 18:00 hasta 22:00 horas		0,074		
L-V 23:00 hasta 06:00 horas		0,043		
S, D 08:00 hasta 18:00 horas		0,073		

Se aplican desde el 01 de enero hasta el 31 de diciembre de 2012
 Cambios al numeral 4 de la Resolución Mq. 043/11
 El valor de este cargo tarifario se aplica para el período complementario de los meses S, D, F

por favor





PERIODO: ENERO - DICIEMBRE

EMPRESA ELÉCTRICA QUITO S.A.

CARGOS TARIFARIOS ENERO - DICIEMBRE

RANGO DE CONSUMO	DEMANDA (USD-KW-mes)	ENERGÍA (USD-KWH)	COMERCIALIZACION (USD-Consumidor)	
CATEGORÍA RESIDENCIAL				
NIVEL VOLTAJE BAJO Y MEDIO VOLTAJE				
1-50		0,078	1,414	
51-100		0,081		
101-150		0,083		
151-200		0,097		
201-250		0,099		
251-300		0,101		
301-350		0,103		
351-500		0,105		
501-700		0,1255		
701-1000		0,1450		
1001-1500		0,1709		
1501-2500		0,2752		
2501-3500		0,4360		
Superior		0,6912		
RESIDENCIAL TEMPORAL				
			1,414	
CATEGORÍA GENERAL				
NIVEL VOLTAJE BAJO VOLTAJE SIN DEMANDA				
COMERCIAL				
1-300		0,081	1,414	
Superior		5,104		
E. OFICIALES, ESC. DEPORTIVOS, SERVICIO COMUNITARIO				
1-300		0,071		
Superior		0,094		
BOMBEO AGUA				
1-300		0,061		
Superior		0,084		
BOMBEO AGUA SERVICIO PÚBLICO DE AGUA POTABLE				
1-300		0,058		
Superior		0,066		
INDUSTRIAL ARTESANAL				
1-300		0,062		
Superior		0,094		
ASISTENCIA SOCIAL, BENEFICIO PÚBLICO Y CULTO RELIGIOSO				
1 - 100		0,045		
101-300		0,048		
301-300		0,051		
Superior		0,089		
NIVEL VOLTAJE BAJO VOLTAJE CON DEMANDA				
COMERCIALES				
	4,182	0,088	1,414	
INDUSTRIALES				
	4,182	0,075		
ENTIDADES OFICIALES, ESCENARIOS DEPORTIVOS SERVICIO COMUNITARIO Y ABONADOS ESPECIALES				
	4,182	0,075		
BOMBEO AGUA				
	4,182	0,068		



Handwritten signatures and initials.



PERIODO:

ENERO - DICIEMBRE

EMPRESA ELÉCTRICA QUITO S.A.

CARGOS TARIFARIOS

ENERO - DICIEMBRE

RANGO DE CONSUMO	DEMANDA (USD/KWh)	ENERGÍA (USD/KWh)	COMERCIALIZACIÓN (USD/Consumidor)	
NIVEL VOLTAJE				
BAJO VOLTAJE CON DEMANDA HORARIA				
COMERCIALES				
08:00 hasta 22:00 horas 22:00 hasta 08:00 horas	4,182	0,066	1,414	
		0,070		
INDUSTRIALES				
08:00 hasta 22:00 horas 22:00 hasta 08:00 horas	4,182	0,063		
		0,067		
E. OFICIALES, ESC. DEPORTIVOS SERVICIO COMUNITARIO Y ABONADOS ESPECIALES				
08:00 hasta 22:00 horas 22:00 hasta 08:00 horas	4,182	0,075		
		0,064		
BOMBEO AGUA				
08:00 hasta 22:00 horas 22:00 hasta 08:00 horas	4,182	0,066		
		0,054		
NIVEL VOLTAJE				
BAJO VOLTAJE CON DEMANDA HORARIA DIFERENCIADA				
BOMBEO AGUA SERVICIO PÚBLICO DE AGUA POTABLE				
L-V 08:00 hasta 18:00 horas L-V 18:00 hasta 22:00 horas L-V 22:00 hasta 08:00 horas*** S,D 18:00 hasta 22:00 horas	2,630	0,056	1,414	
		0,096		
		0,045		
		0,056		
VEHICULOS ELÉCTRICOS				
L-V 08:00 hasta 18:00 horas L-D: 18:00 hasta 22:00 L-D: 22:00 hasta 08:00 horas S,D: 08:00 hasta 18:00 horas	4,030	0,080		
		0,100		
		0,050		
NIVEL VOLTAJE				
BAJO Y MEDIO VOLTAJE				
1-300 Superior	BOMBEO AGUA - COMUNIDADES CAMPESINAS DE ESCASOS RECURSOS ECONÓMICOS SIN FINES DE LUCRO		6,700	
		0,040		
08:00 hasta 22:00 horas 22:00 hasta 08:00 horas	ASISTENCIA SOCIAL, BENEFICIO PÚBLICO Y CULTO RELIGIOSO CON DEMANDA		1,414	
	2,704	0,062		
	ASISTENCIA SOCIAL Y BENEFICIO PÚBLICO CON DEMANDA HORARIA			
	2,704	0,062		
		0,052		

Handwritten signature and initials.

Resolución No. ARCONEL - 002/19/11 de enero de 2019
Resolución No. ARCONEL - 003/19 (24 de diciembre de 2019)





PERIODO: ENERO - DICIEMBRE

EMPRESA ELÉCTRICA QUITO S.A.

CARGOS TARIFARIOS ENERO - DICIEMBRE

RANGO DE CONSUMO	DEMANDA (USD \$/W mes)	ENERGÍA (USD \$/Wh)	COMERCIALIZACIÓN (USD Consumidor)	
NIVEL VOLTAJE MEDIO VOLTAJE CON DEMANDA				
COMERCIALES				
	4,129	0,035	1,414	
INDUSTRIALES				
	4,129	0,081		
E. OFICIALES, ESC. DEPORTIVOS SERVICIO COMUNITARIO Y ABONADOS ESPECIALES				
	4,129	0,060		
	4,129	0,068		
NIVEL VOLTAJE MEDIO VOLTAJE CON DEMANDA HORARIA				
COMERCIALES				
06:00 hasta 22:00 horas 22:00 hasta 06:00 horas	4,129	0,055	1,414	
		0,077		
E. OFICIALES, ESC. DEPORTIVOS SERVICIO COMUNITARIO Y ABONADOS ESPECIALES				
06:00 hasta 22:00 horas 22:00 hasta 06:00 horas	4,129	0,048		
		0,056		
BOMBEO AGUA				
06:00 hasta 22:00 horas 22:00 hasta 06:00 horas	4,129	0,054		
		0,045		
NIVEL VOLTAJE MEDIO VOLTAJE CON DEMANDA HORARIA DIFERENCIADA				
BOMBEO AGUA SERVICIO PÚBLICO DE AGUA POTABLE				
L-V 06:00 hasta 18:00 horas L-V 18:00 hasta 22:00 horas L-V 22:00 hasta 06:00 horas*** S,D 18:00 hasta 22:00 horas	2,620	0,043	1,414	
		0,073		
		0,034		
		0,043		
ESTACIÓN DE CARGA RÁPIDA				
L-V 06:00 hasta 18:00 horas L-D: 18:00 hasta 22:00 horas L-D: 22:00 hasta 06:00 horas S,D: 06:00 hasta 18:00 horas	4,050	0,069		
		0,086		
		0,043		
INDUSTRIALES				
L-V 06:00 hasta 18:00 horas L-V 18:00 hasta 22:00 horas L-V 22:00 hasta 06:00 horas*** S,D,F 18:00 hasta 22:00 horas	4,129	0,0975		
		0,1015		
		0,0491		
		0,0875		



Handwritten signatures and initials in blue ink.



PERIODO: ENERO - DICIEMBRE *

EMPRESA ELÉCTRICA QUITO S.A.

CARGOS TARIFARIOS

ENERO - DICIEMBRE **

RANGO DE CONSUMO	DEMANDA (USD/M-hora)	ENERGÍA (USD/MWh)	COMERCIALIZACIÓN (USD/Consumidor)	
NIVEL VOLTAJE				
ALTO VOLTAJE CON DEMANDA HORARIA				
COMERCIALES				
06:00 hasta 22:00 horas	4,053	0,089	1,414	
22:00 hasta 06:00 horas		0,091		
E. OFICIALES, ESC. DEPORTIVOS				
SERVICIO COMUNITARIO Y ABONADOS ESPECIALES				
06:00 hasta 22:00 horas	4,053	0,061		
22:00 hasta 06:00 horas		0,055		
BOMBEO AGUA				
06:00 hasta 22:00 horas	4,053	0,031		
22:00 hasta 06:00 horas		0,045		
ASISTENCIA SOCIAL Y BENEFICIO PÚBLICO CON DEMANDA HORARIA				
06:00 hasta 22:00 horas	2,704	0,052		
22:00 hasta 06:00 horas		0,052		
NIVEL VOLTAJE				
ALTO VOLTAJE CON DEMANDA HORARIA DIFERENCIADA				
BOMBEO AGUA SERVICIO PÚBLICO DE AGUA POTABLE				
L-V 06h00 hasta 18h00	2,100	0,030	1,414	
L-V 18h00 hasta 23h00		0,066		
L-V 23h00 hasta 03h00***		0,031		
S,D 18h00 hasta 23h00		0,036		
ESTACION DE CARGA RÁPIDA				
L-V 06:00 hasta 18:00 horas	4,050	0,060		
L-D: 18:00 hasta 22:00 horas		0,066		
L-D: 22:00 hasta 06:00 horas		0,043		
SyD: 06:00 hasta 18:00 horas				
INDUSTRIALES				
L-V 06:00 hasta 18:00 horas	4,053	0,005		
L-V 18:00 hasta 22:00 horas		0,023		
L-V 22:00 hasta 06:00 horas***		0,040		
S,D,F 18:00 hasta 22:00 horas		0,003		
NIVEL VOLTAJE				
ALTO VOLTAJE CON DEMANDA HORARIA DIFERENCIADA (Grupo - AV2)				
INDUSTRIALES				
L-V 06:00 hasta 18:00 horas	3,840	0,0578	7,060	
L-V 18:00 hasta 22:00 horas		0,0814		
L-V 22:00 hasta 06:00 horas***		0,0543		
S,D,F 18:00 hasta 22:00 horas		0,0678		

Se aplicará desde el 01 de enero hasta el 31 de diciembre de 2019

** Conforme al Numeral 4 de la Resolución Nro. 043/11.

*** El valor de este cargo tarifario se aplica para el periodo complementario de los días S,D,F.

Handwritten signatures and initials.





PERIODO: EMPRESA ELÉCTRICA

ENERO - DICIEMBRE

GALÁPAGOS

CARGOS TARIFARIOS JUNIO - NOVIEMBRE

GRUPO DE CATEGORÍA	DEMANDA (Watt/metro cuadrado)	ENERGÍA (KWh/metro cuadrado)	COMERCIALIZACIÓN (COP/metro cuadrado)	
CATEGORÍA RESIDENCIAL				
NIVEL VOLTAJE BAJO Y MEDIO VOLTAJE				
1-00		0,091	1,414	
51-100		0,093		
101-150		0,095		
151-200		0,100		
201-250		0,118		
251-300		0,148		
301-350		0,175		
351-400		0,205		
401-450		0,268		
451-500		0,315		
501-550		0,376		
551-600		0,396		
601-650		0,448		
Superior		0,6112		
RESIDENCIAL TEMPORAL				
		0,306		
CATEGORÍA COMERCIAL				
NIVEL VOLTAJE BAJO VOLTAJE SIN DEMANDA				
COMERCIAL				
1-800		0,119	1,414	
201-300		0,118		
301-1000		0,145		
1001-Superior		0,173		
S. ESPECIALES, ESC. DEPORTIVOS, SERVICIO COMUNITARIO				
1-300		0,092		
Superior		0,283		
BOMBEO AGUA				
1-300		0,472		
Superior		0,882		
BOMBEO AGUA SERVICIO PÚBLICO DE AGUA POTABLE				
1-300		0,658		
Superior		0,886		
INDUSTRIAL ARTESANAL				
1-300		0,479		
Superior		0,880		
ASISTENCIA SOCIAL, SERVICIO PÚBLICO Y CALTO RELIGIOSO				
1-100		0,084		
101-200		0,100		
201-300		0,109		
Superior		0,202		
NIVEL VOLTAJE BAJO VOLTAJE CON DEMANDA				
COMERCIALES				
11-20	4,70	0,100	1,414	
21-30	0,50	0,102		
INDUSTRIALES				
	4,70	0,098		
ENTIDADES ESPECIALES, ESCENARIOS DEPORTIVOS, SERVICIO COMUNITARIO Y AERONAVES ESPECIALES				
	4,70	0,080		
BOMBEO AGUA				
	4,70	0,479		

Handwritten signature and initials.



PERIODO: EMPRESA ELÉCTRICA

ENERO - DICIEMBRE

GALÁPAGOS

CARGOS TARIFARIOS DICIEMBRE - MAYO

GRUPO DE CATEGORÍA	DEMANDA (Watt/metro cuadrado)	ENERGÍA (KWh/metro cuadrado)	COMERCIALIZACIÓN (COP/metro cuadrado)
CATEGORÍA RESIDENCIAL			
NIVEL VOLTAJE BAJO Y MEDIO VOLTAJE			
1-00		0,091	1,414
51-100		0,093	
101-150		0,095	
151-200		0,100	
201-250		0,118	
251-300		0,148	
301-350		0,175	
351-400		0,205	
401-450		0,268	
451-500		0,315	
501-550		0,376	
551-600		0,396	
601-650		0,448	
Superior		0,6112	





PERIODO:
IMPUESTOS ELÉCTRICOS

ENERO - DICIEMBRE

GALÁPAGOS

CARGOS TARIFARIOS

ENERO - NOVIEMBRE

RANGO DE DEMANDA	TARIFA (COP/VAHORA)	TARIFA (COP/VAHORA)	CONTRIBUCIÓN (COP/VAHORA)	
BAJO VOLTAJE CON DEMANDA HORARIA				
COMERCIALES				
08:00 hasta 22:00 horas	5,200	5,100	1,414	
22:00 hasta 06:00 horas		5,700		
INDUSTRIALES				
08:00 hasta 22:00 horas	4,700	5,000		
22:00 hasta 06:00 horas		5,600		
E. OFICIALES, ESC. DEPORTIVOS SERVICIO COMUNITARIO Y AGRICULTORES ESPECIALES				
08:00 hasta 22:00 horas	4,700	5,000		
22:00 hasta 06:00 horas		5,600		
BOMBEO AGUA				
08:00 hasta 22:00 horas	4,700	5,070		
22:00 hasta 06:00 horas		5,600		
BAJO VOLTAJE CON DEMANDA HORARIA DIFERENCIADA				
BOMBEO AGUA SERVICIO PÚBLICO DE AGUA POTABLE				
L-V 08:00 hasta 18:00 horas	2,000	5,000	1,414	
L-V 18:00 hasta 22:00 horas		5,000		
L-V 22:00 hasta 06:00 horas		5,600		
S-D 18:00 hasta 22:00 horas		5,000		
VEHICULOS ELECTRICOS				
L-V 08:00 hasta 18:00 horas	4,000	5,000		
L-D 18:00 hasta 22:00		5,100		
L-D 22:00 hasta 06:00 horas		5,000		
S-D 06:00 hasta 18:00 horas		5,000		
BAJO Y MEDIO VOLTAJE				
BOMBEO AGUA - COMUNIDADES CAMPESINAS DE ESCARDO RECURSOS ECONOMICOS SIN FINES DE LUCRO				
1-300 Superior		5,000	5,700	
		5,000		
ASISTENCIA SOCIAL, SERVICIO PÚBLICO Y SERVICIO PÚBLICO 220V SEMIRIESA				
	3,000	5,000	1,414	
ASISTENCIA SOCIAL Y SERVICIO PÚBLICO CON DEMANDA HORARIA				
08:00 hasta 22:00 horas	3,000	5,000		
22:00 hasta 06:00 horas		5,000		

Handwritten signature and initials.



PERIODO: ENERO - DICIEMBRE
SISTEMA ELÉCTRICO

GALÁPAGOS

CARGOS TARIFARIOS JUNIO - NOVIEMBRE

NIVEL DE TENSIÓN	DEMANDA (KVAH/MES)	ENERGÍA (KWH/MES)	COMERCIALIZACIÓN (CARGO/COMERCIALIZADOR)	
NIVEL VOLTAJE GENERAL MEDIO VOLTAJE CON DEMANDA				
COMERCIALES				
11-00	4,700	0,108	1,414	
21-00	5,248	0,118		
21-00	10,011	0,145		
151 superior	10,000	0,178		
INDUSTRIALES				
	4,700	0,088		
E. ESPECIALES, ESC. DEPORTIVOS, SERVICIO COMUNITARIO Y AGRADOS ESPECIALES				
	4,700	0,071		
BOMBEO AGUA				
	4,700	0,061		
NIVEL VOLTAJE MEDIO VOLTAJE CON DEMANDA HORARIA				
COMERCIALES				
00:00 hasta 22:00 horas	10,000	0,178	1,414	
22:00 hasta 00:00 horas		0,145		
E. ESPECIALES, ESC. DEPORTIVOS, SERVICIO COMUNITARIO Y AGRADOS ESPECIALES				
00:00 hasta 22:00 horas	4,570	0,071		
22:00 hasta 00:00 horas		0,088		
BOMBEO AGUA				
00:00 hasta 22:00 horas	4,570	0,061		
22:00 hasta 00:00 horas		0,048		
NIVEL VOLTAJE MEDIO VOLTAJE CON DEMANDA HORARIA DIFERENCIADA				
BOMBEO AGUA SERVICIO PÚBLICO DE AGUA POTABLE				
	5,000	0,040	1,414	
L-V 08:00 hasta 18:00 horas		0,070		
L-V 18:00 hasta 22:00 horas		0,070		
L-V 22:00 hasta 00:00 horas		0,024		
S,D 18:00 hasta 22:00 horas		0,040		
ESTACIÓN DE CARRETA PÁBRICA				
L-V 08:00 hasta 18:00 horas	4,000	0,050		
L-D 18:00 hasta 22:00 horas		0,080		
L-D 22:00 hasta 00:00 horas		0,040		
S,D 18:00 hasta 18:00 horas		0,040		
INDUSTRIALES				
L-V 08:00 hasta 18:00 horas	4,570	0,087		
L-V 18:00 hasta 22:00 horas		0,107		
L-V 22:00 hasta 00:00 horas		0,061		
S,D,F 18:00 hasta 22:00 horas		0,087		

Se aplicará desde el 01 de enero hasta el 31 de diciembre de 2019

Confirme el Número 4 de la Resolución No. 043/11

El valor de este cargo tarifario se aplica para el periodo complementario de los días S.D.F.

[Handwritten signatures and initials]



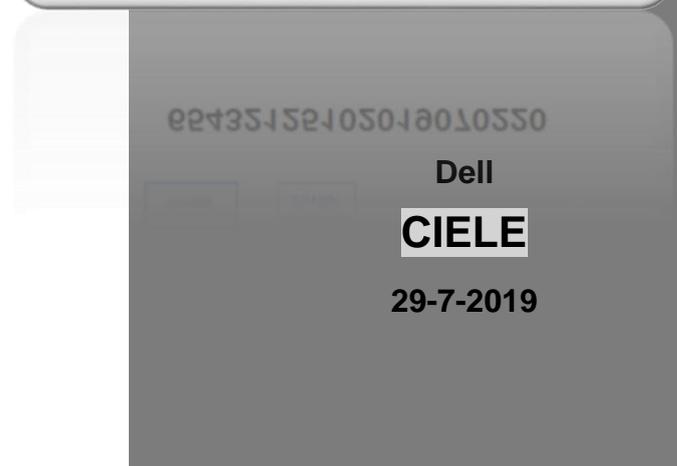
MANUAL DE USO DE LA
APLICACIÓN PARA GENERAR
CÓDIGO

2019

MEDIDOR DE ENERGÍA PREPAGO



Screenshot of the 'SISTEMA GENERADOR DE RECARGAS' web application interface. The interface includes a title bar 'Form1', a header 'SISTEMA GENERADOR DE RECARGAS', and a large display showing '25102019'. Below this are buttons for 'Conectar' and 'Desconectar'. The form contains input fields for 'N Medidor' (654321), 'Cliente' (Juan Perez), 'Dirección' (Av Simon Bolivar), 'Identificación' (1724856978), and 'Tipo de servicio' (2). There are also buttons for 'Buscar' and 'Cargar datos'. Below the form are buttons for '\$1', '\$3', '\$5', '\$7', and '\$10'. At the bottom, there are buttons for 'Generar' and 'ENVIAR', and a large display showing the generated code '65432125102019070220'.



ANEXO E	MANUAL DE USO DE LA APLICACIÓN PARA GENERAR CÓDIGO	1
Tabla de Contenidos 1. Introducción 2. Pasos para generar el código de 20 dígitos. 3. Pasos para ingresar el código de 20 dígitos al Medidor de Energía Prepago.		

ANEXO E	MANUAL DE USO DE LA APLICACIÓN PARA GENERAR CÓDIGO	2
---------	---	---

1. INTRODUCCIÓN

Esta sección está dedicada al cómo utilizar la aplicación para generar el código de 20 dígitos mismos que son ingresados en el Medidor de Energía Prepago.

La aplicación desarrollada en VISUAL STUDIO 2019 permite al personal o entidad autorizada en realizar recargas a medidores de energía prepago que solo con el número de medidor y el valor en dólares (\$) a recargar se pueda acreditar el saldo para que el usuario pueda tener su servicio eléctrico sin ningún corte.

La aplicación proporciona los siguientes datos:

- Cliente (Nombre del usuario)
- Dirección
- Identificación
- Tipo de usuario

2. Pasos para generar el código de 20 dígitos.

1. Abrir aplicación

Form1

SISTEMA GENERADOR DE RECARGAS

19112019

Conectar Desconectar

N Medidor

Cliente

Dirección

Identificación

Tipo de servicio

Buscar

Cargar datos

\$1 \$3 \$5 \$7 \$10

Generar ENVIAR

0

2. Ingresar el número de medidor en la casilla vacía

Form1

SISTEMA GENERADOR DE RECARGAS

19112019

Conectar Desconectar

N Medidor

Cliente

Dirección

Identificación

Tipo de servicio

Buscar

Cargar datos

\$1 \$3 \$5 \$7 \$10

Generar ENVIAR

0

3. Hacer click en buscar

- Si el número del medidor consta en la base de datos aparece el mensaje “usuario encontrado”, caso contrario no se podrá seguir con la generación del código para poder realizar la recarga al medidor de energía prepago.

Form1

SISTEMA GENERADOR DE RECARGAS

19112019

Conectar Desconectar

N Medidor

Cliente

Dirección

Identificación

Tipo de servicio

Buscar Cargar datos

\$1 \$3 \$5 \$7 \$10

Generar ENVIAR

0

4. Hacer click en cargar datos; se cargaran automáticamente los datos de cliente, dirección, identificación y tipo de usuario.

Form1

SISTEMA GENERADOR DE RECARGAS

19112019

Conectar Desconectar

N Medidor

Cliente

Dirección

Identificación

Tipo de servicio

Buscar Cargar datos

\$1 \$3 \$5 \$7 \$10

Generar ENVIAR

0

ANEXO E	MANUAL DE USO DE LA APLICACIÓN PARA GENERAR CÓDIGO	5
---------	---	---

5. Escoger en valor en dólares (\$) que se desea acreditar al medidor.
- El usuario puede escoger un valor de entre las 5 opciones que presenta la aplicación entre los cuales tenemos \$1, \$3, \$5, \$7, \$10.

6. Una vez escogido el valor a recargar hacer click en el botón “Generar”

7. A continuación presionar el botón Enviar una vez que aparezca el código de 20 dígitos.

Form1

SISTEMA GENERADOR DE RECARGAS

25102019

Conectar Desconectar

N Medidor

Cliente

Dirección

Identificación

Tipo de servicio

65432125102019070220

ANEXO E	MANUAL DE USO DE LA APLICACIÓN PARA GENERAR CÓDIGO	7
---------	---	---

3. Pasos para ingresar el código de 20 dígitos al Medidor de Energía Prepago.

Para poder ingresar el código se debe verificar que en la pantalla del medidor aparezca el mensaje “DIGITE TECLA #”, como se muestra en la figura 1 que se indica a continuación.



Figura 1. Digite tecla #

Una vez que en la pantalla aparezca el enunciado “DIGITE LA CLAVE” el usuario podrá ingresar el código de 20 dígitos y termina con volver a aplastar el botón numeral (#) para finalizar el proceso. Automáticamente el saldo incrementara dependiendo el valor que se escogió.



Figura 2. Digite clave

ANEXO E	MANUAL DE USO DE LA APLICACIÓN PARA GENERAR CÓDIGO	8
---------	---	---

Posteriormente aparecerá un mensaje de “CLAVE CORRECTA” siempre y cuando el usuario haya ingresado bien el código; como se indica en la figura 3, caso contrario deberá ingresar de nuevo el código y realizar el paso anterior que es presionar la tecla numeral.



Figura 3. Clave correcta

Cabe recalcar que el usuario solo tiene tres intentos para ingresar el código caso contrario se bloqueará el sistema como se muestra en la figura 4; si esto sucede el usuario debe acercarse a la empresa distribuidora de energía y solicitar que desbloqueen el medidor.



Figura 4. Sistema bloqueado