UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA

ÁREA DE LA ENERGÍA, LAS INDUSTRIAS Y LOS RECURSOS NATURALES NO RENOVABLES

CARRERA DE TECNOLOGÍA EN ELECTRICIDAD Y CONTROL INDUSTRIAL

"REPONTENCIACIÓN DEL TABLERO DIDÁCTICO DE CONTADORES DE ENERGÍA ELÉCTRICA"

PROYECTO TÉCNICO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE TECNÓLOGO EN ELECTRICIDAD Y CONTROL INDUSTRIAL

AUTOR:

Marlon Stiwart Vásquez León

DIRECTOR:

Ing. Ramiro Marcelo Borrero Espinosa.

Loja- Ecuador

2015

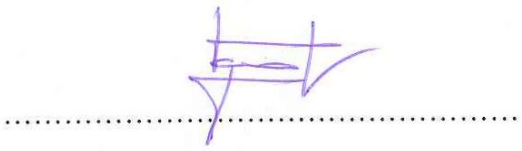
CERTIFICACIÓN

Ing.
Ramiro Marcelo Borrero Espinosa.
DOCENTE DEL ÁREA DE LA ENERGÍA, LAS INDUSTRIAS Y LOS RECURSOS NATUALES NO RENOVABLES DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA; Y DIRECTOR DEL INFORME TÉCNICO.

CERTIFICO:

Que el trabajo práctico **titulado "REPONTENCIACIÓN DEL TABLERO DIDÁCTICO DE CONTADORES DE ENERGÍA ELÉCTRICA",** desarrollado por el señor Marlon Stiwart Vásquez León, previo a optar el título de Tecnólogo en Electricidad y Control Industrial ha sido dirigido, corregido y revisado prolijamente en su forma y contenido de acuerdo a las normas de graduación vigentes en el Reglamento de Régimen Académico de la Universidad Nacional de Loja , por lo que autorizo su presentación bajo mi dirección, mismo que cumple con los requisitos exigidos en las normas de graduación, por lo que autorizo su presentación y sustentación de la misma, ante el respectivo Tribunal de Grado.

Loja, 20 de septiembre de 2014



Ing. Ramiro Marcelo Borrero Espinosa.
DIRECTOR DEL TRABAJO PRÁCTICO

AUTORÍA

Yo, **MARLON STIWART VÁSQUEZ LEÓN**, declaro ser autor del presente trabajo práctico y eximo expresamente a la Universidad Nacional de Loja y a sus representantes jurídicos de posibles reclamos o acciones legales, por el contenido en el mismo.

Adicionalmente acepto y autorizo a la Universidad Nacional de Loja la publicación de mi trabajo práctico en el Reposito Institucional-Biblioteca Virtual.

Firma:

Cédula: 1105218885

Fecha: 26 de junio de 2015

CARTA DE AUTORIZACIÓN TRABAJO PRÁCTICO POR PARTE DEL AUTOR, PARA LA CONSULTA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL Y PUBLICACIÓN ELECTRÓNICA DEL TEXTO COMPLETO

Yo **MARLON STIWART VÁSQUEZ LEÓN** declaro ser autor del trabajo práctico titulado: **"REPONTENCIACIÓN DEL TABLERO DIDÁCTICO DE CONTADORES DE ENERGÍA ELÉCTRICA"** como requisito para optar al título de: **TECNÓLOGO EN ELECTRICIDAD Y CONTROL INDUSTRIAL;** autorizo al Sistema Bibliotecario de la Universidad Nacional de Loja para que con fines académicos, muestre al mundo la producción intelectual de la Universidad, a través de la visibilidad de su contenido de la siguiente manera Repositorio Digital Institucional:

Los usuarios pueden consultar el contenido de este trabajo en el RDI, en las redes de la información del país y del exterior, con las cuales tenga convenio la Universidad.

La Universidad Nacional de Loja, no se responsabiliza por el plagio o copia de la tesis que realice un tercero.

Para constancia de esta autorización, en la ciudad de Loja, a los veintiséis días del mes de Junio del dos mil quince.

Firma:

Autor: Marlon Stiwart Vásquez León

Cedula: 1105218885

Dirección: Loja (Esteban Godoy 1 etapa: Gonzalo Montesdeoca y Vicente Rosero)

Correo electrónico: msvl0120@gmail.com

Teléfono: 072547223 **Celular:** 0990975344

DATOS COMPLEMENTARIOS

Director del trabajo práctico: Ing. Ramiro Marcelo Borrero Espinosa.

Tribunal de grado: Ing. Juan Gabriel Ochoa Aldeán, Mg. Sc.

Ing. Julio César Cuenca Tinitana, Mg. Sc.

Ing. José Fabricio Cuenca Granda, Mg. Sc.

AGRADECIMIENTO

Agradezco ante todo a Dios por permitirme a través de este trabajo, expresar mis conocimientos que he adquirido en tan prestigiosa Universidad.

A mis padres que me han apoyado y resguardado en todo momento de mi preparación académica.

A mi novia Martha Estefanny Astudillo Castillo, por su cariño y apoyo incondicional en la realización de este trabajo.

A la Universidad Nacional de Loja, a mis profesores, que por ellos y sus enseñanzas han contribuido mucho en mi formación profesional, en especial al Ing. José Espinoza León, encargado del Taller Eléctrico, quien me ayudó con el trabajo práctico en la repotenciación del tablero didáctico

A la EERSSA (Empresa Eléctrica Regional del Sur S.A.) por abrirme las puertas para realizar mis pasantías y de manera muy especial al Ing. Ramiro Borrero E, Director de tesis.

EL AUTOR

DEDICATORIA

La presente tesis se la dedico primeramente a Dios, a mis padres, seres queridos, compañeros y a quienes fueron partícipes en la realización del presente trabajo, les doy mi más sincero y profundo agradecimiento por haberse convertido a lo largo de mi trayectoria, en pilares fundamentales, por su apoyo incondicional tanto económico como moral y por haberme impulsado y apoyado a la culminación del presente trabajo práctico, logrando de esta manera escalar un peldaño más propuesto en mi vida y poder contribuir a la sociedad con mis conocimientos adquiridos en el transcurso de mi carrera.

EL AUTOR

RESUMEN

El trabajo práctico tiene como tema principal "**Repotenciación del tablero didáctico de contadores de energía eléctrica"** que se basa en el estudio de los nuevos contadores de energía eléctrica que ahora se utilizan para medir el consumo de kilovatio-hora de una residencia o de una industria, como también puede ser medición de energía en alta tensión. Primeramente este trabajo explica la reseña histórica y acerca de la empresa distribuidora (EERSSA), y su manejo, control, revisión, mantenimiento e instalación de los contadores de energía eléctrica. En segundo lugar, se muestra los tipos de contadores de energía eléctrica, el tipo de energía que miden como energía activa, reactiva y aparente, conexión a la red como; monofásicos, bifásicos y trifásicos y la clase de precisión del contador al medir la energía eléctrica. También explica las partes, funcionamiento, conexión a la red eléctrica, tiempo de vida, características, las ventajas y desventajas de los contadores electromecánicos y los electrónicos. Se realizó una guía para la realización de la repotenciación del tablero didáctico, describiendo; los recursos que se utilizaron para realizar el trabajo, los métodos que se aplicaron, los equipos que se colocaron en el tablero, como los contadores electromecánicos y los electrónicos y sus partes. Para finalizar, en este trabajo se presentaron varias conclusiones para la empresa distribuidora como para los usuarios y mostrando el desarrollo de la tecnología en el campo de la electricidad, y recomendaciones que ayuden en un porvenir, a realizar un trabajo igual o similar en el tema de contadores de energía eléctrica.

Lugar donde se realizó la repotenciación

El tablero didáctico se repotenció en el Taller Eléctrico del Área de Energía, las Industrias y los Recursos Naturales No Renovables. Por supuesto que después de realizar el trabajo, éste pasará a ser responsabilidad de las autoridades de la Universidad.

SUMMARY

The practical work has like main subject "**Repotenciacion of the didactic board of counters of electrical energy"** that is based on the study of the new accountants of electrical energy which now they are used to measure the consumption of kilowatt-hour of a residence or an industry, as also it can be measurement of energy in high tension. Firstly this work explains the historical review and about the distributing company (EERSSA), and its handling, control, revision, maintenance and installation of the accountants of electrical energy. Secondly, one is the types of accountants of electrical energy, the type of energy who measure like active energy, it reactivates and it pretends, connection to the network like; single-phase, two-phase and three-phase and the class of precision of the accountant when measuring the electrical energy. Also it explains the parts, operation, connection to the mains, time of life, characteristics, the advantages and disadvantages of the electromechanical accountants and the electronic ones. It is did a guide for the accomplishment of the repotenciacion of the didactic board, describing; the resources that were used to do the work, the methods that were applied, the teams that were placed in the board, like the electromechanical accountants and the electronic ones and its parts. To finalise, in this work presented several conclusions for the company distributor as for the users and showing the development of the technology in the field of the electricity, and recommendations that help in a future, to make an equal or similar work in the subject of counters of electrical energy.

Place where made the repotenciacion

The didactic board repotenciacion in the Electrical Workshop of the Area of Energy, the Industries and the Natural Resources No Renewable. Of course that after making the work, this will become responsibility of the authorities of the University. (Teacher: Mishel Pazán)

ÍNDICE

PORTADA i
CERTIFICACIÓN ii
AUTORÍA iii
CARTA DE AUTORIZACIÓN iv
AGRADECIMIENTO v
DEDICATORIA vi
RESUMEN vii
SUMMARY viii
ÍNDICE ix
LISTA DE LAS FIGURAS xiii
LISTA DE TABLAS xv
INTRODUCCIÓN 1
OBJETIVOS 3
Generales. 3
Específicos. 3
CAPÍTULO I 4
LOS CONTADORES DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN LA EMPRESA ELÉCTRICA REGIONAL DEL SUR S.A (EERSSA) 4
1.1 Reseña histórica de la EERSSA 4
1.2 La Empresa Eléctrica Regional del Sur S.A "EERSSA" 7
1.3 Métodos de manejo de los medidores en la EERSSA 8
1.3.2 Mantenimiento. 9
1.3.3 Instalación. 11
1.3.4 Marcas de los diferentes contadores de energía de la EERSSA. 13
1.4 Normas de construcción de los medidores 13
1.4.1 Normas aplicables. 13
1.5 Leyes y reglamentos de la EERSSA 14
CAPÍTULO II 16
TIPOS DE CONTADORES DE ENERGÍA ELÉCTRICA 16
2.1 Según su construcción 16
2.1.1 Electromecánicos. 16
2.1.2 Electrónicos. 17
2.1.3 Inteligentes. 18

2.2 Según la energía que miden 19
2.2.1 De energía activa. 19
2.2.2 De energía reactiva 19
2.2.3 De energía aparente (activa y reactiva) 19
2.3 Según su conexión a la red 20
2.3.1 Monofásicos. 20
2.3.2 Bifásicos. 20
2.3.3 Trifásicos. 21
2.4 Según la clase de precisión en la medición 22
2.4.1 Clase 0.5. 22
2.4.2 Clase 1. 22
2.4.3 Clase 2. 22
CAPÍTULO III 23
CONTADORES ELECTROMECÁNICOS DE ENERGÍA ELÉCTRICA 23
3.1 Partes 23
3.1.1 Tapa principal. 23
3.1.3 Caja de conexiones o bornera. 23
3.1.4 Tapa bornera. 24
3.1.5 Placa de característica. 24
3.1.6 Cojinete superior. 25
3.1.7 Cojinete inferior 25
3.1.8 Registrador o numerador. 26
3.1.9 Disco. 26
3.1.10 Imán de freno. 27
3.1.11 Bobina de corriente. 28
3.1.12 Bobina de tensión. 28
3.1.13 Chasís. 29
3.1.14 Sellos de seguridad. 29
3.2 Principio de funcionamiento 30
3.3 Conexiones 31
3.3.1 Directa. 31
3.3.2 Semi-directa. 31
3.3.3 Indirecta. 31
3.4 Tiempo de vida y cuidados del contador 31
3.5 Características 32

3.7 Desventajas 33
CAPÍTULO IV 34
CONTADORES ELECTRÓNICOS DE ENERGÍA ELÉCTRICA 34
4.1 Partes 34
4.1.1 Display o registrador. 35
4.1.2 Circuitos de medición de corriente. 35
4.1.3 Circuitos de medición de tensión. 36
4.1.4 Puerto óptico de comunicación. 36
4.1.5 LED_s. 37
4.1.6 Bornera. 37
4.1.7 Microcontrolador. 38
4.1.8 Memoria. 38
4.1.9 Cristal oscilador. 39
4.1.10 Cables de conexión a bornera. 39
4.1.11 Capacitores de filtrado. 40
4.1.12 Inductores toroidales. 40
4.1.13 Varistores. 41
4.2 Principio de funcionamiento. 41
4.3 Conexiones 42
4.3.1 Directa. 42
4.3.2 Semi-directa. 43
4.3.3 De conexión indirecta. 43
4.4 Clase de precisión 43
4.5 Tiempo de vida 43
4.6 Características 44
4.6.1 Características generales. 44
4.6.2 Características específicas. 45
4.7 Ventajas 45
4.8 Desventajas 46
CAPÍTULO V 47
REPOTENCIACIÓN DEL TABLERO DIDÁCTICO DE CONTADORES DE ENERGÍA ELÉCTRICA. 47
5.1 Guía para la realización del tablero didáctico 47
5.2 Descripción de los contadores electromecánicos y sus partes presentadas en la repotenciación del tablero didáctico 52
5.2.1 Contador monofásico 2fases/3hilos. 52

5.2.2 Contador trifásico 3fases/4hilos. 52
5.2.3 Partes utilizadas en el tablero. 53
5.3 Descripción de los contadores electrónicos y sus partes presentadas en la repotenciación del tablero didáctico 57
5.3.1 Contador monofásico 2fases/3hilos y contador trifásico 3fases/4hilos. 57
5.3.2 Partes de los contadores. 61
PRESUPUESTO 70
CONCLUSIONES 71
RECOMENDACIONES 72
BIBLIOGRAFÍA 73
ANEXOS 75

LISTA DE LAS FIGURAS

Figura Nº 1. Edificio EERSSA. *4*
Figura Nº 2. Construcción del canal de conducción de agua. *4*
Figura Nº 3. Calles del año de 1899 ..... *5*
Figura Nº 4. Mapa del canal de agua *5*
Figura Nº 5. Monumento a la primera planta de Luz Eléctrica del Ecuador. *6*
Figura Nº 6. Mapa de la ubicación de las empresas eléctricas en el Ecuador. *6*
Figura Nº 7. Mapa de la ubicación de la EERSSA en el Ecuador *7*
Figura Nº 8. Sistema Estacionario de prueba de contadores de energía eléctrica. *9*
Figura Nº 9. Equipo de prueba portátil para contadores de energía eléctrica *10*
Figura Nº 10. Accesorios del equipo de prueba portátil. *11*
Figura Nº 11.Esquema de la colocación de un contador de energía eléctrica. *12*
Figura Nº 12.Tablero de contadores de energía eléctrica. *12*
Figura Nº 13.Caja de contadores de energía eléctrica e interruptor termo magnético. *15*
Figura Nº 14.Caja individual de un contador electromecánico. *15*
Figura Nº 15.Contador electromecánico de energía eléctrica. *16*
Figura Nº 16.Contador electrónico de energía eléctrica. *18*
Figura Nº 17.Contador inteligente de energía eléctrica. *18*
Figura Nº 18. Esquema de conexión interna de un contador monofásico de energía eléctrica. *20*
Figura Nº 19. Esquema de conexión interna de un contador bifásico de energía eléctrica. *21*
Figura Nº 20.Esquema de conexión interna de un contador trifásico de energía eléctrica *21*
Figura Nº 21. Tapa de bornera y Bornera de un contador electromecánico. *24*
Figura Nº 22. Cojinete superior de un contador electromecánico. *25*
Figura Nº 23. Cojinete inferior de un contador electromecánico. *26*
Figura Nº 24. Registrador de un contador electromecánico. *26*
Figura Nº 25. Disco giratorio de un contador electromecánico. *27*
Figura Nº 26. Imán de freno de un contador electromecánico. *27*
Figura Nº 27. Bobina de corriente de un contador electromecánico. *28*
Figura Nº 28. Bobina de tensión de un contador electromecánico. *28*
Figura Nº 29. Chasis de un contador electromecánico. *29*
Figura Nº 30. Sellos de seguridad. *30*
Figura Nº 31. Esquema de funcionamiento de un contador electromecánico *30*
Figura Nº 32. Circuito Interno de un contador electrónico. *34*
Figura Nº 33. Contadores electrónicos con Display y registrador. *35*
Figura Nº 34. Circuito de corriente de un contador electrónico. *35*
Figura Nº 35. Circuito de tensión de un contador electrónico. *36*
Figura Nº 36. Puerto óptico de comunicación de un contador electrónico. *36*
Figura Nº 37. Diodo LED de un contador electrónico. *37*
Figura Nº 38. Bornera de un contador electrónico. *37*
Figura Nº 39. Micro controlador de un contador electrónico. *38*
Figura Nº 40. Memoria interna de un contador electrónico. *39*

Figura Nº 41. Cristal oscilador de un contador electrónico. *39*
Figura Nº 42. Cables de conexión de un contador electrónico. *40*
Figura Nº 43. Capacitor de filtrado de un contador electrónico. *40*
Figura Nº 44. Inductores toroidales de un contador electrónico. *40*
Figura Nº 45. Varistor de un contador electrónico. *41*
Figura Nº 46. Esquema de funcionamiento de un contador electrónico con display. *41*
Figura Nº 47. Esquema de funcionamiento de un contador electrónico con registrador. *42*
Figura Nº 48. Características de un contador electrónico. *44*
Figura Nº 49. Antiguo tablero didáctico de contadores de energía eléctrica. *49*
Figura Nº 50. Nuevo tablero didáctico de contadores de energía eléctrica. *49*
Figura Nº 51. Iluminación del tablero didáctico de contadores. *50*
Figura Nº 52. Instalación de un circuito de marcha para carga. *50*
Figura Nº 53. Finalización del circuito de marcha colocando conectores hembra. *51*
Figura Nº 54. Finalización de la repotenciación del tablero didáctico de contadores de energía eléctrica. *51*
Figura Nº 55. Contador electromecánico bifásico. Figura Nº 56. Placa de características. . *52*
Figura Nº 57. Contador electromecánico trifásico. Figura Nº 58. Placa de características. . *53*
Figura Nº 59. Chasis del contador electromecánico. *53*
Figura Nº 60. Disco giratorio del contador electromecánico. *54*
Figura Nº 61. Bornera de un contador electromecánico. *54*
Figura Nº 62. Bobina de intensidad de un contador electromecánico. *55*
Figura Nº 63. Bobina de tensión de un contador electromecánico. *55*
Figura Nº 64. Imán de freno de un contador electromecánico. *56*
Figura Nº 65. Registrador de un contador electromecánico. *56*
Figura Nº 66. Placa de características de los contadores electromecánicos. *57*
Figura Nº 67. Contador electrónico bifásico.Figura Nº 68. Contador electrónico trifásico. . *58*
Figura Nº 69. Esquema de especificación de las señales de seguridad del contador. *60*
Figura Nº 70. Datos técnicos de los contadores electrónicos de energía eléctrica. *61*
Figura Nº 71. Microcontrolador. *62*
Figura Nº 72. Memoria. *62*
Figura Nº 73. Varistor. *63*
Figura Nº 75.Inductores toroidales. *64*
Figura Nº 76.Capacitor de filtrado. *64*
Figura Nº 77.Cristales osciladores. *65*
Figura Nº 77. Registrador. *65*
Figura Nº 78. Diodos LED. *66*
Figura Nº 79. Circuito de tensión. *66*
Figura Nº 80. Circuito de intensidad. *66*
Figura Nº 81. Bornera. *67*
Figura Nº 82. Luz de señalización. *67*
Figura Nº 83. Pulsadores de marcha y paro. *68*
Figura Nº 84. Circuito de marcha para contadores electrónicos. *68*
Figura Nº 85. Esquema de conexión de un circuito de marcha de los contactores electrónicos. *69*

LISTA DE TABLAS

Tabla 1.Marcas de contadores de energía eléctrica. *13*
Tabla 2.Constante de medidores electromecánicos de energía eléctrica..... *32*
Tabla 3.Presupuesto. *70*

INTRODUCCIÓN

En la actualidad la energía eléctrica es uno de los principales factores que rige la vida moderna y los sistemas de medición de energía juegan un papel preponderante en la relación económica entre las Empresas Generadoras, Transmisoras y Distribuidoras de Energía y los Consumidores.

Los aparatos de medición son un gran invento del hombre, ya que es imposible hacer algo sin la ayuda de estos aparatos, en electricidad estos son imprescindibles, todos sabemos que el voltaje y la corriente no pueden ser visualizados por una línea de alta tensión, media tensión, baja tensión.

La necesidad de hacer más eficiente la lectura de los medidores o contadores de energía eléctrica, ha hecho que varias entidades promuevan y desarrollen nuevas tecnologías que satisfagan este objetivo. Por eso han desarrollado contadores que permitan al usuario y a la empresa distribuidora, permitir observar fácilmente el consumo y funcionamiento del mismo.

La industria eléctrica se la divide en cuatro etapas plenamente definidas, esto es:

- Generación de energía eléctrica
- Transmisión a los centros de consumo
- Distribución a los diferentes consumidores
- Comercialización, entrega, medición y cobro de la energía eléctrica al consumidor final.

La última fase corresponde a la Comercialización. Esta etapa básicamente consiste en:

- Establecer la tarifa y el voltaje de entrega a los consumidores
- Medir la energía que consumen los usuarios
- Facturar y cobrar el servicio de consumo de energía eléctrica
- Diseñar y realizar estrategias de comercialización.

En esta etapa es donde la energía se convierte en valores monetarios, necesarios para el funcionamiento y desarrollo de la Empresa y como consecuencia el desarrollo también de nuestra provincia.

Finalmente con este trabajo se pretende llegar a autoridades de la Universidad, Docentes y Estudiantes; y que sirva como un camino que nos conduzca hacia nuevos ideales tratando de influir en nuestros conocimientos puesto que en la ciencia nadie tiene la última palabra.

OBJETIVOS

Generales.

- Repotenciar el tablero didáctico de contadores de energía eléctrica del Taller Eléctrico del Área de Energía, las Industrias y los Recursos Naturales No Renovables, con modelos más actualizados.
- Tener un conocimiento previo al funcionamiento, tipos, conexiones, características y las diferencias que presentan estos nuevos contadores y realizar una comparación con los anteriores contadores.

Específicos.

- Conocer el avance que ha logrado la Empresa Eléctrica Regional del Sur S.A (EERSSA) en la conexión, mantenimiento y actualización de los contadores de energía eléctrica.
- Analizar los tipos de contadores de energía eléctrica.
- Describir las partes, funcionamiento, conexión, características, ventajas y desventajas de los contadores electromecánicos de energía eléctrica.
- Determinar las partes, funcionamiento, conexión, características, ventajas y desventajas de los contadores electrónicos de energía eléctrica.

CAPÍTULO I

LOS CONTADORES DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN LA EMPRESA ELÉCTRICA REGIONAL DEL SUR S.A (EERSSA)

1.1 Reseña histórica de la EERSSA

"La generación de energía eléctrica en la ciudad de Loja se inicia en 1897, con la creación de la Sociedad Sur Eléctrica (SSE), cuando Loja, la ciudad sureña limítrofe con el Perú, decidió dar vida a la primera planta de energía eléctrica que se construía en Ecuador: La Empresa Eléctrica Luz y Fuerza, hoy Regional del Sur (EERSSA).

Figura Nº 1. Edificio EERSSA.
Fuente: (El Autor)

La planta, armada sobre el río Malacatos, nació con dos turbinas hidráulicas Francis de 12 KW cada una, suficiente para aclarar la noche lojana.

Figura Nº 2. Construcción del canal de conducción de agua.
Fuente: (Sistemas-EERSSA, 2009-2011)

La primera distribuidora eléctrica surgió con un capital social de 16.000 sucres. Esa inversión provino de un grupo de lojanos decididos a conformar la empresa. Lo hicieron el 23 de abril de 1897” (EERSSA, Nuestra Empresa. Historia, 2009-2011)

Figura Nº 3. Calles del año de 1899
Fuente: (Compania Anónima, 2007)

“Su decisión permitió que Loja se convierta en la primera ciudad del país y la tercera en América Latina, después de Lima (Perú) y Buenos Aires (Argentina), en contar con servicio eléctrico por los siguientes 20 años.

El 1 de abril de 1899, los vecinos de Loja observaban cómo "la ciudad se iluminaba, por primera vez, en la noche.

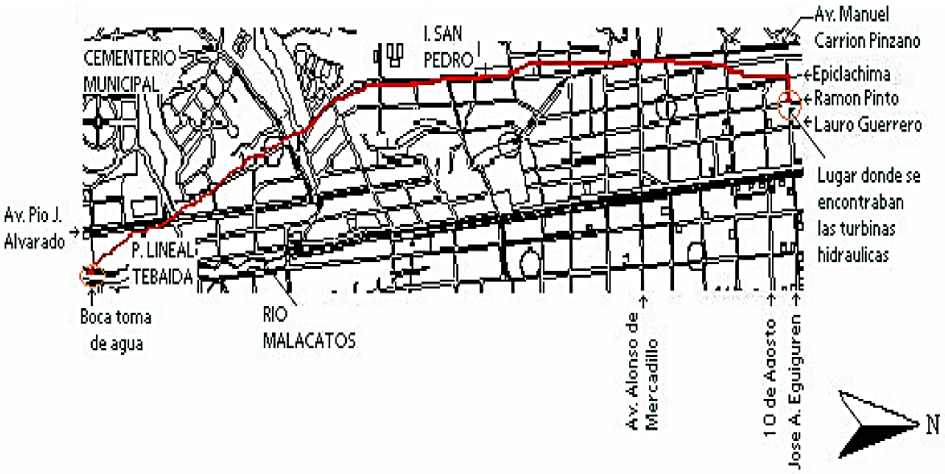


Figura Nº 4. Mapa del canal de agua
Fuente: (Jaramillo & Chamba, 2008, pág. 4)

En 1929, el Ilustre Municipio de Loja autorizó a Don Adolfo Valarezo, la conformación de una nueva empresa de generación, cuyas instalaciones se encontraban

en la parte norte de la ciudad de Loja en la cuenca del río Zamora, a la altura del actual Centro de Rehabilitación Social”. (Compania Anónima, 2007)

Figura Nº 5. Monumento a la primera planta de Luz Eléctrica del Ecuador.
Fuente: (El Autor)

“El 10 de mayo de 1950, se constituye la Empresa Eléctrica Zamora S.A., conformada por el I. Municipio de Loja y la Corporación de Fomento. Esta empresa se convertiría a partir del 19 de marzo de 1973 en la Empresa Eléctrica Regional del Sur S.A., que actualmente brinda su servicio en las provincias de Loja, Zamora Chinchipe y parte de Morona Santiago.” (EERSSA, Nuestra Empresa. Historia, 2009-2011)

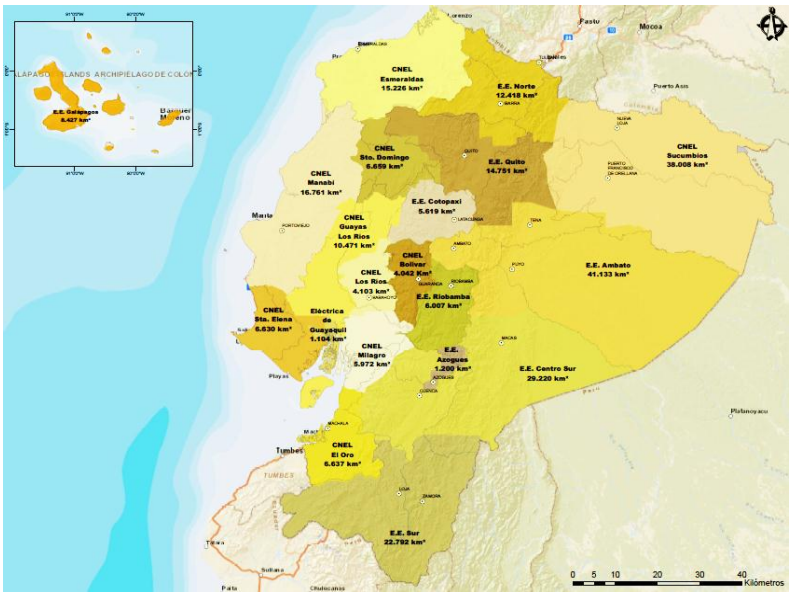


Figura Nº 6. Mapa de la ubicación de las empresas eléctricas en el Ecuador.
Fuente: (Sara, 2013)

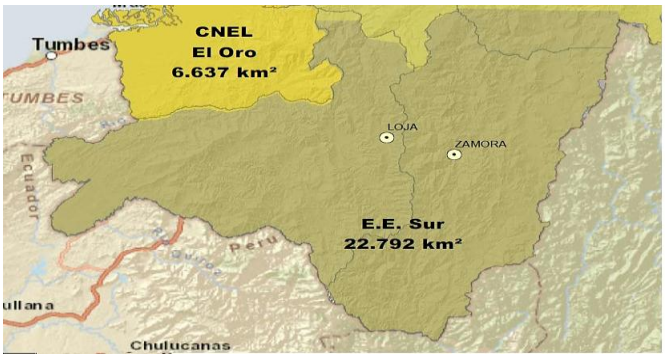


Figura Nº 7. Mapa de la Ubicación de la EERSSA en el Ecuador

Fuente: (El Autor)

1.2 La Empresa Eléctrica Regional del Sur S.A "EERSSA"

La EERSSA está buscando convertirse en una empresa de distribución de energía eléctrica con el menor porcentaje de pérdidas, para ello ha realizado estudios estadísticos de porcentajes, además programas para el control de pérdidas de energía eléctrica no técnicas o comerciales producidas por la falta de medición o de contrastaciones o por ambas situaciones.

Por eso la Empresa se ha puesto una misión y visión.

Misión

"Generar, distribuir y comercializar energía eléctrica en el área de concesión con estándares de calidad y seguridad contribuyendo a mejorar las condiciones de vida de los habitantes sin afectar al medio ambiente.

Visión

Posicionarse entre las mejores empresas eléctricas del país, suministrando energía eléctrica de calidad en toda el área de concesión, de conformidad con el plan nacional del buen vivir". (EERSSA, Acerca de Nosotros, 2009-2011)

En la actualidad la empresa con asentamiento en la ciudad de Loja es la Empresa Eléctrica Regional del Sur S.A., EERSSA., la cual se encuentra brindando servicio y tiene el área de concesión en la provincia de Loja.

1.3 Métodos de manejo de los medidores en la EERSSA

El control, mantenimiento, corte, revisión e instalación de los medidores de la EERSSA, se encarga el personal de Control de Energía, la cual está conformada por cuadrillas, que se encargan del manejo de todos los medidores de la Región Sur.

1.3.1 Control y Revisión de los contadores.

Sistema estacionario de prueba de contadores | MTS 310 ZERA.

"ZERA es una Empresa alemana encargada de elaborar equipos de medición con sistemas de prueba portátiles y estacionarios, y mantenimiento para redes y equipos de medición eléctrica y electrónica de potencia". (Anónimo, s.f.)

Este tipo de sistema de prueba son creados para revisar todo tipo de contadores de energía eléctrica; electromecánicos, electrónicos, monofásicos, bifásicos, trifásicos, de diferentes tipos de clase. Cuenta con diferentes tipos de rangos para realizar dichas pruebas.

Todas las pruebas pueden ser realizadas de acuerdo a las normas actuales de la Comisión Electrotécnica Internacional (IEC). El equipo permite configurar y actualizar el hardware y software según como se presente las necesidades, teniendo así mejoras en el sistema.

Con este sistema estacionario realizan una prueba de funcionamiento de los contadores, con el fin de no tener inconvenientes en el momento de instalación o funcionamiento de cada contador a su respectivo usuario.

También lo hacen para ver si llegan en buen estado ya que la mayoría de los contadores llegan del exterior y podrían sufrir una avería o daño al momento de realizar dicho viaje hasta nuestro país.

El equipo está preparado para verificar simultáneamente hasta 10 contadores, pudiendo simular las peores condiciones en potencia de carga, eficiencia del sistema (cosφ) y contenido de perturbaciones en la red eléctrica.

Figura Nº 8. Sistema Estacionario de prueba de contadores de energía eléctrica.
Fuente: (El Autor)

Después de realizada las pruebas de funcionamiento, los contadores son empacados o instalados en cajas metálicas de la empresa para su respectiva instalación y no presente ningún inconveniente.

El funcionamiento de este aparato consiste en dar energía suficiente al contador para que en un tiempo determinado (depende del personal de trabajo) marque con precisión lo que está consumiendo en kW- h.

1.3.2 Mantenimiento.

Equipos de prueba portátiles | Moving Test.

Este equipo de prueba portátil que utiliza la Empresa Eléctrica es para realizar el mantenimiento a todos los tipos de contadores en la ciudad de Loja, cuenta con diferentes tipos de cables para medir el voltaje, la intensidad y cable de datos. También cuenta con múltiples funciones de medición, entre las principales tenemos:

- Medición de voltaje, corriente y potencia en forma continua.
- Cálculo del error absoluto de medición del contador.
- Función de un osciloscopio.
- Cálculo del coseno φ, VAR, VA.
- Mediciones monofásicas, bifásicas y trifásicas.
- Conexión a PC (descarga de datos).

Figura Nº 9. Equipo de prueba portátil para contadores de energía eléctrica.
Fuente: (ZERA, Moving Test - MT300/MT310, 2008)

El adelanto en el desarrollo tecnológico trae consigo un incremento en la utilización de equipos basados en microelectrónica, microprocesadores, que a su vez son susceptibles e indefensos frente al entorno electromagnético.

Las empresas del sector eléctrico no son la excepción en la utilización de este tipo de cargas (consumo) denominadas no lineales.

En el mercado, las empresas prestadoras de servicios en electricidad cuentan con analizadores de energía eléctrica que, para ciertos usuarios, resultaría muy costosa su obtención

Figura Nº 10. Accesorios del equipo de prueba portátil.
Fuente: (ZERA, Productos MT310, s.f.)

Entre sus principales funciones de medición que realiza durante el mantenimiento de los contadores se puede observar las siguientes funciones:

a) Armónicos de tensión, corriente y potencia.
b) Ángulo de fase de los diferentes armónicos.
c) Registro continuo de voltios y amperios
d) Vatios, cos φ, VA y VAR
e) Formas de onda de tensión y corriente (modo osciloscopio)
f) Presentación simultanea de tensión y corriente
g) Mediciones monofásicas, bifásicas y trifásicas
h) Comunicación a PC
i) El error absoluto que tienen los medidores

1.3.3 Instalación.

Para la instalación de contadores de energía eléctrica, el usuario tiene que cumplir con los requisitos dispuestos por la empresa (EERSSA), para no tener inconvenientes en la instalación de la acometida desde la red eléctrica, como en la caja del medidor, altura

de la caja, diámetro del tubo de la acometida, altura del tubo de la acometida; dependiendo si es en un recinto rural o urbano.

Figura Nº 11.Esquema de la colocación de un contador de energía eléctrica.

Fuente: (El Autor)

Por supuesto si el contador es bifásico o trifásico, la EERSSA le propondrá otras normas, como una puesta tierra, más protecciones contra sobre tensiones y cortocircuitos, etc., dependiendo del lugar en donde se instale.

Figura Nº 12.Tablero de contadores de energía eléctrica.

Fuente: (El Autor)

1.3.4 Marcas de los diferentes contadores de energía de la EERSSA.

Los proveedores los contadores electromecánicos y electrónicos en nuestro medio son:

Tabla 1.Marcas de contadores de energía eléctrica.

Fuente: (El Autor)

Electromecánicos	**Electrónicos**
FAE	STAR
CONTELECA	AEM
SCHLUMBERGER	ELSTER
ABB	SUNRISE
CIECSA	JIMAO METERING
GENERAL ELECTRIC	NINGBO SANXING
SEDCO	ZHIMING
FUJI	ZHEJIANG
OSAKI	HEXING
AEM	

1.4 Normas de construcción de los medidores

1.4.1 Normas aplicables.

"Los medidores de energía eléctrica estáticos deberán ser suministrados de conformidad con normas reconocidas, así:

- ICONTEC: Instituto Colombiano de Normas Técnicas
- IEC: International Electrotechnical Commission
- ASTM: American Society for Testing and Materials
- ICEA: Insulated Cable Engineers Association
- UL: Underwrite Laboratories
- ANSI/IEEE: American National Standards Institute / Institute of electrical and electronics engineers". (Ossa & Hernández , 2013)

De la nómina anterior la norma más utilizada en los contadores de energía es la ICE (Comisión Electrotécnica Internacional) más aun en los medidores electrónicos.

"Fundada en 1906, la IEC es actualmente la organización líder a nivel mundial encargada de preparar y publicar Normas Internacionales para todas las tecnologías eléctricas, electrónicas y afines, conocidas en su conjunto como electro tecnología". (IEC, 2015)

1.5 Leyes y reglamentos de la EERSSA

La Empresa Eléctrica Regional del Sur S.A. (EERSSA) es una empresa distribuidora de energía eléctrica, cuya área de asignación corresponde a las provincias de Loja; Zamora Chinchipe y el cantón Gualaquiza de Morona Santiago.

Los sistemas de medición eléctrica pueden ser monofásicos, bifásicos o trifásicos; el tipo de los medidores y su capacidad son determinados en base al estudio de la demanda, el que además establecerá si la instalación se realizará en baja tensión, en media tensión o alta tensión.

Clase: Determina la corriente máxima que resiste el medidor.

Forma: Reconoce el tipo de conexión del sistema de medición: sea monofásico, bifásico y trifásico; también si es asimétrica o simétrica en tipo de bornera.

Tipo: Características de registro del medidor:

- A registro de energía activa
- D registro de demanda máxima
- R registro de energía reactiva
- L perfil de carga
- C compensación de pérdidas
- Q calidad de la energía.

Todo medidor tiene que ser instalado en un tablero metálico en los sectores urbanos. Cuando el proceso requiera la instalación de dos o más medidores, deberá contemplarse la instalación de un tablero de medidores.

El tablero para la instalación de tres medidores o más, se lo diseñará con tres compartimientos, el primero contendrá las barras y la protección general usando un interruptor termo magnético, el segundo albergará los medidores requeridos por la instalación del inmueble, y el tercer compartimiento con los interruptores termo magnéticos de caja moldeada para la protección de los diferentes circuitos internos.

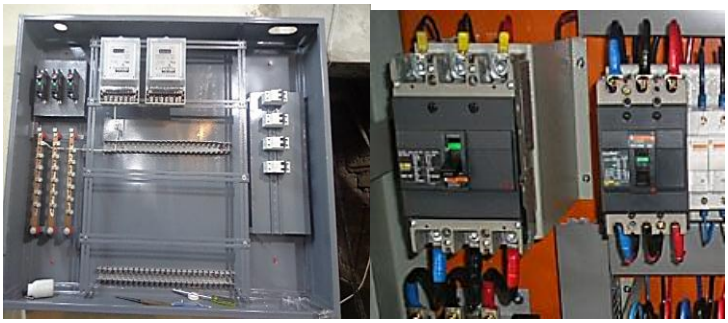


Figura Nº 13.Caja de contadores de energía eléctrica e interruptor termo magnético.

Fuente: (El Autor)

En el sector rural la Empresa Eléctrica se encarga de proveer al usuario, un medidor instalado en una caja especial, la cual ayuda a la protección del medidor de la intemperie.

Figura Nº 14.Caja individual de un contador electromecánico.

Fuente: (El Autor)

CAPÍTULO II

TIPOS DE CONTADORES DE ENERGÍA ELÉCTRICA

2.1 Según su construcción

2.1.1 Electromecánicos.

"En 1888, George Westinghouse y Oliver Shallenger desarrollaron el medidor de energía" (Heredia, 2013); fueron amplia y gradualmente eliminados, aunque aún pueden encontrarse en hogares más antiguos. Miden la electricidad de la misma madera que se cuentan los kilómetros de un vehículo para medir su distancia.

Los medidores electromecánicos utilizan bobinados de corriente y de tensión para crear corrientes parásitas en un disco que, bajo la influencia de los campos magnéticos, produce un giro que mueve las agujas de la carátula.

Figura Nº 15.Contador electromecánico de energía eléctrica.
Fuente: (El Autor)

El medidor electromecánico hace uso de dos juegos de bobinas que producen campos magnéticos; y que actúan sobre un disco conductor magnético el cual produce corrientes parásitas.

La acción producida por las bobinas de corriente sobre el campo magnético de las bobinas de voltaje y las corrientes parásitas dan un resultado vectorial que permite dar un par de giros sobre el disco; el giro es proporcional a la potencia consumida por el circuito.

El disco tiene campos magnéticos y soportes de rubi para reducir la fricción, un sistema de engranes permite el movimiento del disco a las agujas las cuales se encargan de contar el número de vueltas del medidor. A mayor potencia, más girará el disco acumulando más giros conforme pasa el tiempo.

2.1.2 Electrónicos.

Los medidores electrónicos soportan tensiones maximas de aproximadamente 600 vatios y las corrientes pueden ser hasta 200 amperios, cuando estas dos se pasan de los límites ya antes mencionados se requiere de transformadores de medición de tensión y de corriente.

Sirven para almacenar datos que permiten ejecutar un seguimiento del mismo. También se los utiliza para implementar un sistema de energía prepago que permite un mejor control y evitar el corte, conexión del suministro por parte de la compañía concesionaria.

Los medidores eléctricos son equipos que miden la energía eléctrica consumida en un hogar, empresa, etc. Las diferentes compañías eléctricas que hacen el uso de estos toman lectura de los medidores mensualmente; y cobran al usuario el consumo de la energía eléctrica consumida en el mes.

Los medidores digitales tienen visualizadores numéricos que muestran números en kilowatt-h.

Figura Nº 16.Contador electrónico de energía eléctrica.

Fuente: (El Autor)

2.1.3 Inteligentes.

El medidor inteligente es un contador muy actualizado que calcula el consumo de una forma más eficaz que los contadores convencionales; ofrecen la posibilidad de dar a conocer información a través de alguna red a un centro de control de una empresa o compañía de servicio.

Los medidores y las redes inteligentes les permitirán, a través de nuevas tecnologías, tomar decisiones más avanzadas e inmediatas respecto al ahorro de energía en su hogar y al costo de su factura.

Figura Nº 17.Contador inteligente de energía eléctrica.

Fuente: (Electromagnética, s.f.)

2.2 Según la energía que miden

2.2.1 De energía activa.

Es un instrumento que se encarga de medir la energía constante con la integración de la potencia con respecto al tiempo.

Los contadores de energía eléctrica se encargan de acumular continuamente la energía consumida en un circuito; registra la cantidad de energía activa que las empresas suministradoras entregan al abonado, su unidad de medida es el kilovatio - hora (KW-h)

2.2.2 De energía reactiva

Se usa para calcular el factor de potencia (cos φ) de una instalación industrial; su unidad es el Kilovatio amperio reactivo – hora.

La energía reactiva es el resultado de la potencia reactiva, que no produce trabajo útil debido a que su valor medio es nulo. Esta potencia reactiva se da en instalaciones eléctricas en las que existen bobinas o condensadores, en la cual es necesaria para crear campos magnéticos y eléctricos. Se representa por la letra Q

2.2.3 De energía aparente (activa y reactiva)

Equipo de medición que se encarga de registrar la energía total de una instalación eléctrica, el cual depende de la energía activa y reactiva; a mayor consumo de energía reactiva, menor es la influencia de la potencia. Esta energía se mide en kilovatio amperio (KVA)

Para el cálculo de la energía aparente se utiliza la siguiente formula: Energía aparente al cuadrado es igual a la suma de los cuadrados de la energía activa y reactiva: $S^2 = P^2 + Q^2$

2.3 Según su conexión a la red

2.3.1 Monofásicos.

Es el medidor de uso más frecuente en instalaciones residenciales. Su capacidad está normalmente, entre 5 y 100 amperios. Su voltaje es de 120V. En la placa de características se encuentra el esquema de cada contador indicando como debe ser conectado a la red.

Básicamente en este medidor se encuentran dos tipos de conexión:

- Asimétrica (F-F y N-N)
- Simétrica (F-N y N-F)

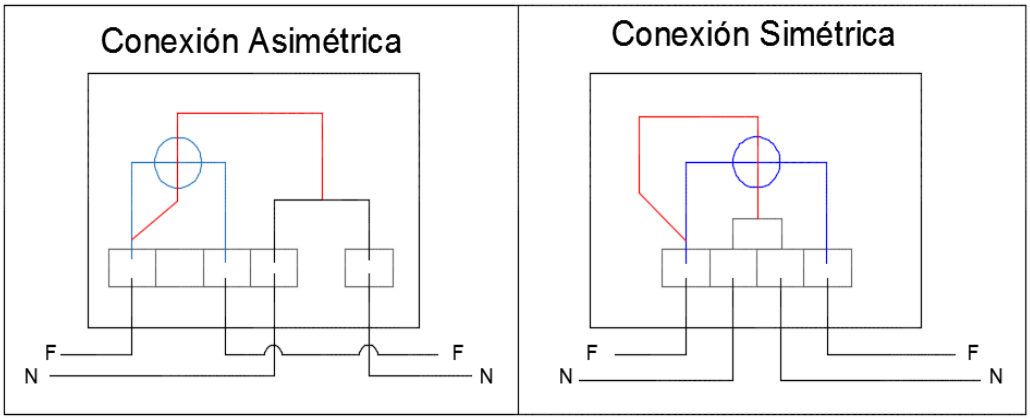


Figura Nº 18. Esquema de conexión interna de un contador monofásico de energía eléctrica.
Fuente: (El Autor)

2.3.2 Bifásicos.

Se usan para medir la energía consumida por aparatos, que requieran para su funcionamiento dos fases a 220 voltios, como por ejemplo, motores de menos de 10 HP. Con este medidor, se puede medir la energía consumida por otros aparatos conectados a la misma instalación, que funcionen a 120 voltios.

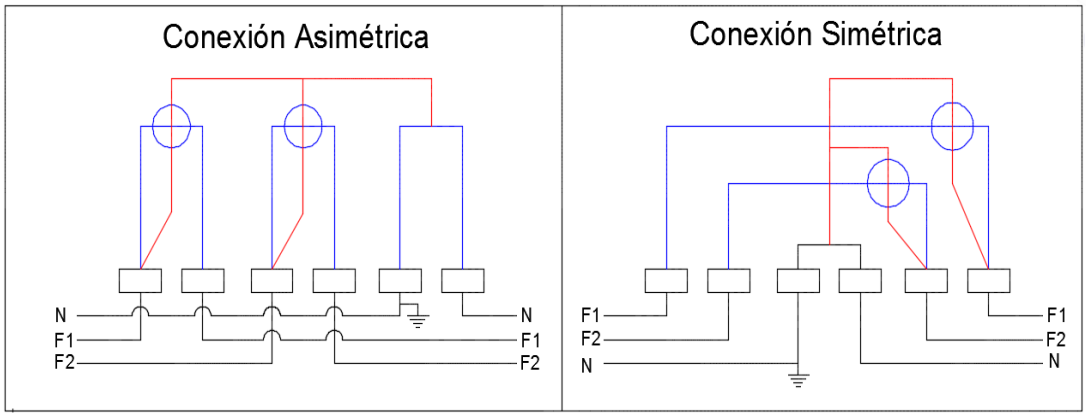


Figura Nº 19. Esquema de conexión interna de un contador bifásico de energía eléctrica.

Fuente: (El Autor)

Igualmente tiene dos tipos:

- Asimétrico (F1-F1-F2-F2-N-N)
- Simétrico (F1-F2-N-N-F2-F1)

2.3.3 Trifásicos.

Se utilizan para medir la energía consumida por aparatos que requieran funcionar con tres fases a 220 voltios, como por ejemplo, motores de más de 10 HP o en instalaciones eléctricas de maquinaria pesada como son las grandes industrias o en edificios.

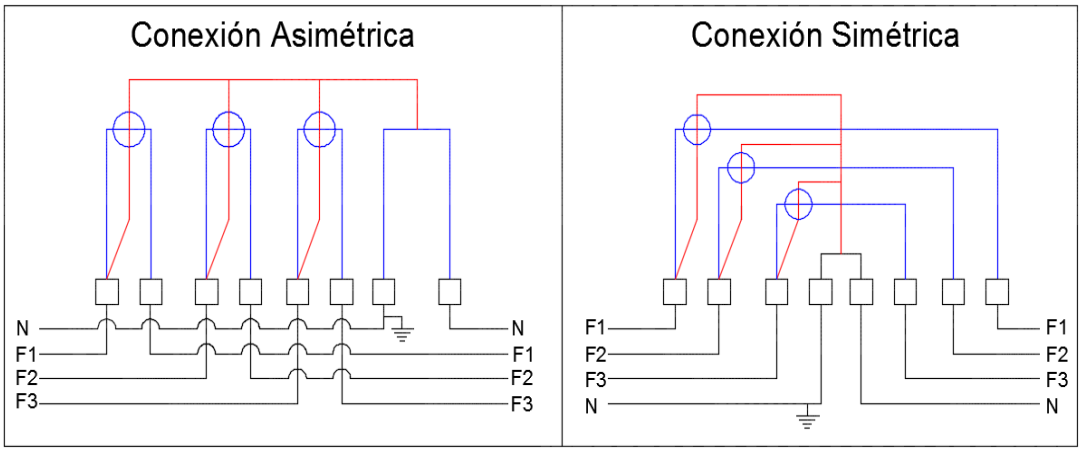


Figura Nº 20.Esquema de conexión interna de un contador trifásico de energía eléctrica

Fuente: (El Autor)

Igualmente tiene dos tipos:

- Asimétrico (F1-F1-F2-F2-F3-F3-N-N)
- Simétrico (F1-F2-F3-N-N-F3-F2-F1)

2.4 Según la clase de precisión en la medición

2.4.1 Clase 0.5.

Estos medidores se utilizan para medir la energía activa de grandes consumidores que están alimentados a un voltaje de 115 KV.

También la clase 0,5 indica el índice de error en la medición de la energía, pero en esta clase, no se encuentran mucho en medidores electromecánicos.

2.4.2 Clase 1.

Estos medidores se utilizan para medir la energía de consumidores que tengan una potencia mayor a 55 KW, en especial son medidores trifásicos que miden energía activa y reactiva. También en esta clase indica el grado de error en la medición que es de 1.

2.4.3 Clase 2.

En esta clasificación incluyen los medidores monofásicos y trifásicos encargados de medir la energía activa en instalaciones residenciales, de oficinas, de locales comerciales y pequeñas industrias que tengan cargas menores a 55 KW. En esta clase se encuentran mucho en medidores electromecánicos y electrónicos.

CAPÍTULO III

CONTADORES ELECTROMECÁNICOS DE ENERGÍA ELÉCTRICA

3.1 Partes

3.1.1 Tapa principal.

Parte frontal del medidor, cubierta por vidrio que permite ver el movimiento del disco y leer la energía registrada. También sirve como protector de las partes internas del medidor. Sus partes son:

- Tornillos.
- Mordaza.
- Empaque.

3.1.2 Base.

Es la parte posterior del medidor que sirve para fijar el chasis, las terminales del medidor, la tapa de la bornera y también para instalar el medidor en donde amerite el lugar.

3.1.3 Caja de conexiones o bornera.

Es la parte en donde se recibe la corriente eléctrica, desde la acometida y también en donde inicia el circuito eléctrico de una carga. Estos terminales están agrupados según el tipo de conexión del fabricante y con un soporte fabricado de material aislante que evita el contacto directo con otro terminal. Consta de:

- Tornillos de fijación de los bornes a la base.
- Tornillos de los bornes.
- Bornes o terminales.
- Bornes internos.
- Tornillo de la tapa bornera al bloque de terminales.

3.1.4 Tapa bornera.

Tapa que cubre los terminales del medidor, y generalmente los extremos de los conductores externos o cables conectados a los terminales. Tiene tornillos de fijación. Sirve para evitar el contacto directo con algún material de hierro y evitar una descarga eléctrica y un cortocircuito. En algunas tapas se encuentra el esquema de conexión del medidor.

También cuenta con orificios para poder colocar los sellos de seguridad y así evitar el manejo no autorizado del usuario u otras personas, solo personal autorizado de la EERSSA.

Figura Nº 21. Tapa de bornera y Bornera de un contador electromecánico.
Fuente: (El Autor)

3.1.5 Placa de característica.

Parte que define las características técnicas del medidor. Puede ser fijada a través de una lámina o un tornillo. Consta de:

- Marca.
- Número de fases e hilos.
- Tipo.
- Clase.
- Diagrama de conexión. (en algunos medidores)
- Tensión.

- Corriente.
- Constante (KWh/rev o imp/KWh).
- Frecuencia.
- Año de fabricación.
- Modelo.
- Número de Serie.
- Numero asignado por la empresa distribuidora.

3.1.6 Cojinete superior.

Elemento de fijación del eje del disco que permite el desplazamiento del mecanismo del rotor. Consta de:

- Cabezote.
- Tornillo o lámina de fijación del cojinete.
- Aguja.

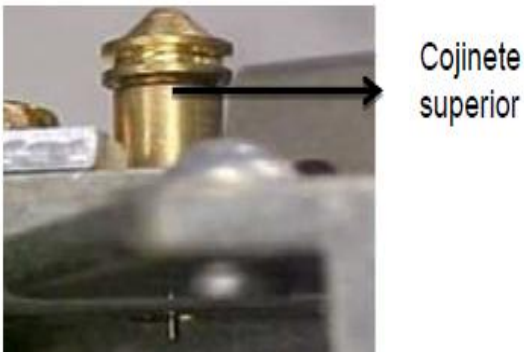


Figura Nº 22. Cojinete superior de un contador electromecánico.
Fuente: (Ríos , Santiago, 2013, pág. 27)

3.1.7 Cojinete inferior

Elemento de fijación del eje del disco que permite el desplazamiento del mecanismo de rotor.

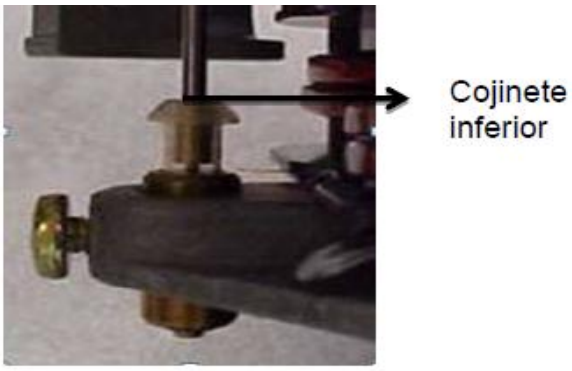


Figura Nº 23. Cojinete inferior de un contador electromecánico.
Fuente: (Ríos , Santiago, 2013, pág. 28)

3.1.8 Registrador o numerador.

Parte que muestra el consumo de energía eléctrica en kilovatios. También recibe el nombre de fichero. Estos registradores en los contadores electromecánicos la mayoría consta de 5 esferas. Según el fabricante en un determinado número de vueltas o revoluciones debe marcar un kilovatio.

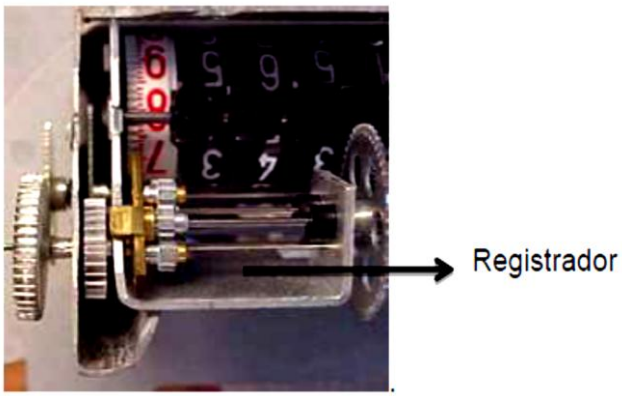


Figura Nº 24. Registrador de un contador electromecánico.
Fuente: (Ríos , Santiago, 2013, pág. 29)

3.1.9 Disco.

Es la parte móvil del medidor el cual a través de los flujos magnéticos que actúan sobre él hace que el rotor mueva el registrador y marque según el tipo del medidor.

Tiene una marca estroboscópica la cual señala una vuelta completa. De acuerdo a la marca de cada contador, es diferente el valor de marca del kilovatio-hora.

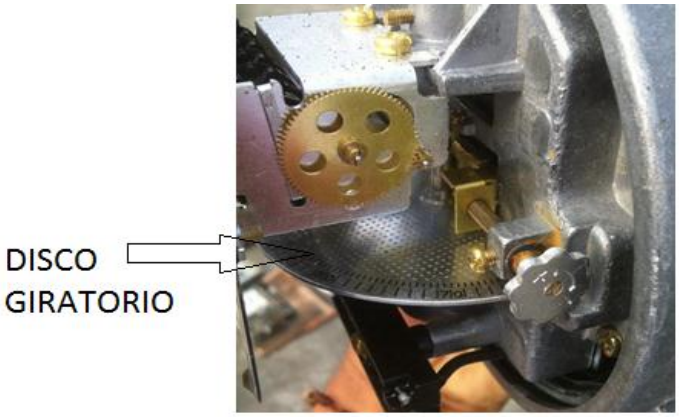


Figura Nº 25. Disco giratorio de un contador electromecánico.
Fuente: (El Autor)

3.1.10 Imán de freno.

Es la parte del medidor que disminuye la rapidez del disco, por la acción de su flujo magnético sobre las corrientes inducidas por este. Tiene uno o más imanes y está compuesto por tonillos de fijación y regulación.

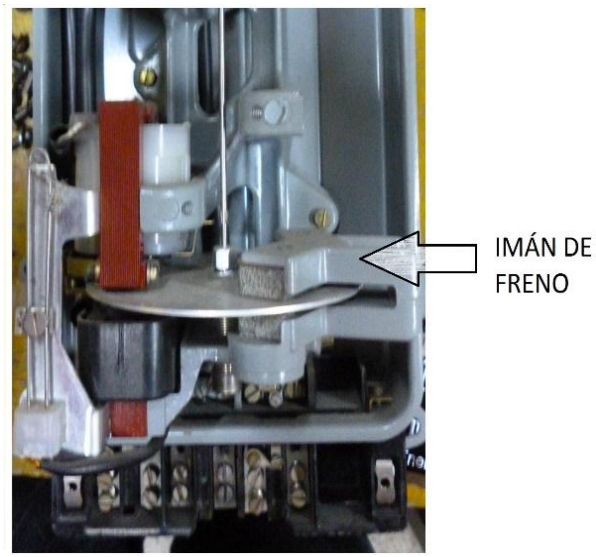


Figura Nº 26. Imán de freno de un contador electromecánico.
Fuente: (El Autor)

3.1.11 Bobina de corriente.

Es una parte interna del contador compuesta por un arrollamiento de cobre, en el cual circula la corriente del circuito al cual está conectado el medidor. Esta bobina tiene un núcleo y un aislamiento fijado por un tornillo y compuesta por una resistencia de constantano.

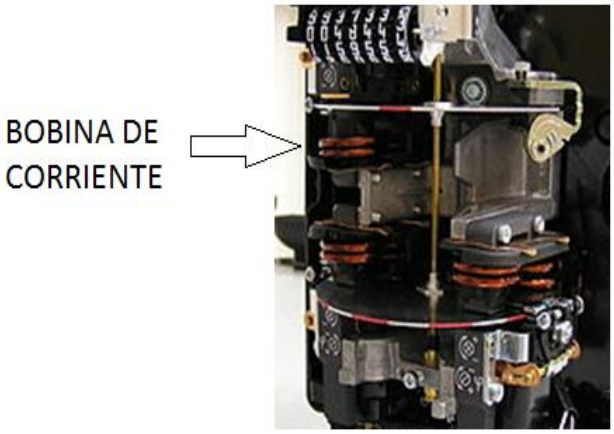


Figura Nº 27. Bobina de corriente de un contador electromecánico.
Fuente: (El Autor)

3.1.12 Bobina de tensión.

Parte del circuito de funcionamiento del contador electromecánico, compuesto por un arrollamiento igual a un pequeño transformador que se alimenta por las tensiones producidas por la acción de la carga. Está compuesto por un núcleo, un mecanismo de marcha a sujetados por un tornillo.

Figura Nº 28. Bobina de tensión de un contador electromecánico.
Fuente: (El Autor)

3.1.13 Chasís.

Parte que abarca todos los elementos motrices como son los cojinetes del rotor, el numerador, el imán de freno y otros dispositivos de ajuste.

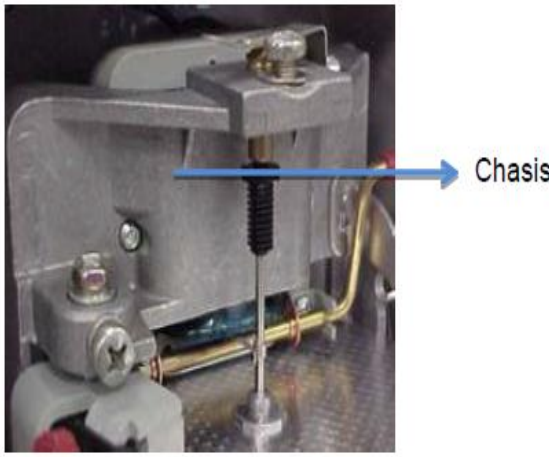


Figura Nº 29. Chasis de un contador electromecánico.
Fuente: (Ríos , Santiago, 2013, pág. 31)

3.1.14 Sellos de seguridad.

Se colocan en la bornera y en la cubierta del medidor para evitar daños, fraudes, falsificaciones por parte de extraños.

Cada uno de estos sellos, son colocados por las cuadrillas del departamento de Control de Energía y se identifica por sus colores:

AZUL: adquisición del nuevo contador.

AMARILLO: revisión del contador.

BLANCO: se coloca en la cubierta, revisión previa de medidores en la empresa.

NARANJA: repotenciación del contador (cambio).

ROJO: corte de energía eléctrica (adeudamiento, abandono, etc.)

VERDE: segunda revisión del medidor.

Figura Nº 30. Sellos de seguridad.

Fuente: (Mecalux, 2000-2015)

3.2 Principio de funcionamiento

El contador electromecánico funciona casi parecido a un motor de inducción, el cual al ser sometido a corriente y voltaje en sus bobinas crea un campo magnético donde produce corrientes parásitas que son las que producen el giro en el disco que soporta este flujo.

El disco está conectado a los cojinetes y el eje está conectado a un piñón que éste a su vez se conecta con otros hasta llegar al numerador. La velocidad del disco varía según a la carga que el medidor está conectado; es decir, si hay mucho consumo de energía eléctrica, más rápido girará el disco. Todo este proceso es un sistema de transmisión mecánica

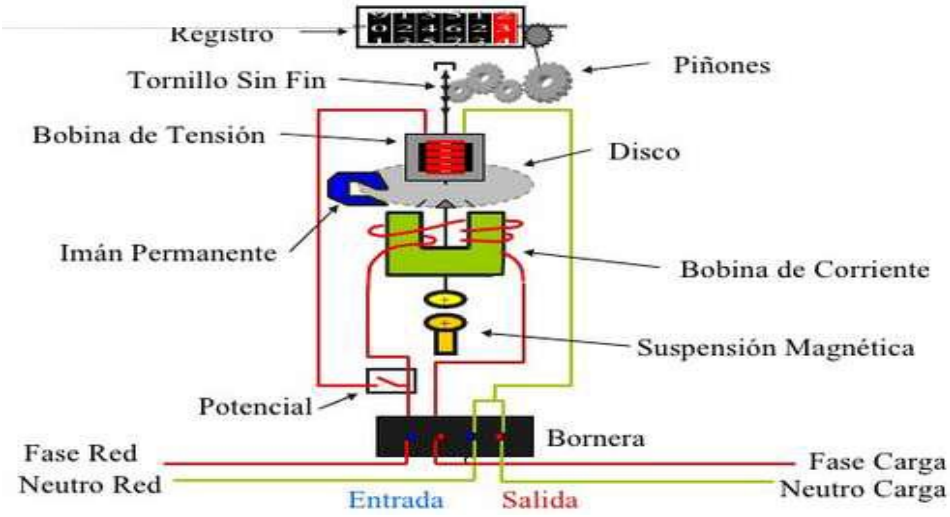


Figura Nº 31. Esquema de funcionamiento de un contador electromecánico.

Fuente: (Ríos , Santiago, 2013, pág. 24)

3.3 Conexiones

3.3.1 Directa.

Es cuando va directamente desde la red aérea de baja tensión por medio de la acometida al medidor. Esta conexión se realiza en instalaciones residenciales o cargas menores a 100A. Se puede realizar en monofásicos, bifásicos y trifásicos.

3.3.2 Semi-directa.

Esta conexión se la realiza cuando la corriente es mayor a las características que indica el medidor (superiores a 100A). Para esta conexión es necesario transformadores de corriente (TC) que son colocados después de los bushing de baja tensión del transformador. Son comunes encontrar estas conexiones en edificios o en zonas industriales.

3.3.3 Indirecta.

Los medidores son instalados para medir circuitos de media y alta tensión a través de transformadores de corriente y voltaje. Generalmente se pueden encontrar medidores en mega industrias y en subestaciones eléctricas.

3.4 Tiempo de vida y cuidados del contador

Los medidores electromecánicos tienen un lapso de vida, en campo, aproximadamente de 25 años de funcionamiento, sin embargo son los que tienen mayor desviación con respecto al rango de tolerancia y mayores pérdidas. También depende de algunos factores que no solo la empresa debe tener en cuenta si no también el usuario y tomar algunas condiciones como: el lugar donde se lo instale, es decir, que este protegido de la intemperie, del polvo, de la humedad. También que los cables o la acometida estén en buen estado y que con el tiempo no se deterioren y no causen cortocircuito y dañen el medidor.

3.5 Características

La placa de características que se destacan en el medidor se encuentra lo siguiente:

- **Corriente Nominal (In):** Corriente para la cual el medidor es diseñado y que sirve de referencia para la realización de ensayos y verificaciones. La mayoría de los medidores electromecánicos son de 15A
- **Corriente máxima (Imáx):** Es la intensidad límite, es decir, el máximo amperaje que puede ser conducido en el medidor. Las intensidad máxima de estos medidores llega de 60A a 100A
- **Tensión nominal**: Tensión para la cual el medidor es diseñado y sirve de referencia para la realización de pruebas. En este caso el voltaje varía según la conexión 120/220V.
- **Constante del disco (Kh):** expresada en W-h/revolución o Rev/KW-h, es el número de vatios-hora correspondientes a una revolución o vuelta completa del disco o viceversa.
- **Clase de precisión**: Es el valor máximo del error de medición expresado en porcentaje para el cual fue diseñado el medidor dentro del rango 10% de corriente nominal y su corriente máxima. La mayoría son de clase 2.

Tabla 2.Constante de medidores electromecánicos de energía eléctrica.
Fuente: (El Autor)

MEDIDOR	CONSTANTE
Fae	1,8Wh/rev
Ciecsa	360R/KW-h
Conteleca	1.8Wh/rev
Schlumbreger	1,8Wh/rev
Fuji	1000rev/KW-h
Uher	1000rev/KW-h
Sedco	200rev/KW-h
Westinghouse	1,8rev/KW-h
Osaki	666,66rev/KW-h
Aem	1000rev/KW-h
galileo	240rev/KW-h
General Electric	1,8rev/KW-h

3.6 Ventajas

- Vida útil bastante larga.
- Costo bajo del propio medidor.

3.7 Desventajas

- Precisión no superior a la Clase 2.0 según IEC.
- Requieren mantenimiento periódicamente.
- Pierden precisión con el tiempo por desgaste de las piezas movibles.
- Susceptible al fraude.
- Limitado en su funcionalidad e inflexible.

CAPÍTULO IV

CONTADORES ELECTRÓNICOS DE ENERGÍA ELÉCTRICA

4.1 Partes

1. Display o registrador
2. Circuitos de medición de corriente.
3. Circuitos de medición de tensión.
4. Puerto óptico de comunicación.
5. LED´s emisores de pulsos de energía activa y energía reactiva.
6. Pulsador de lectura.
7. Microprocesador.
8. Memoria.
9. Cristal oscilador.
10. Cables de conexión de entrada de circuitos de medición.

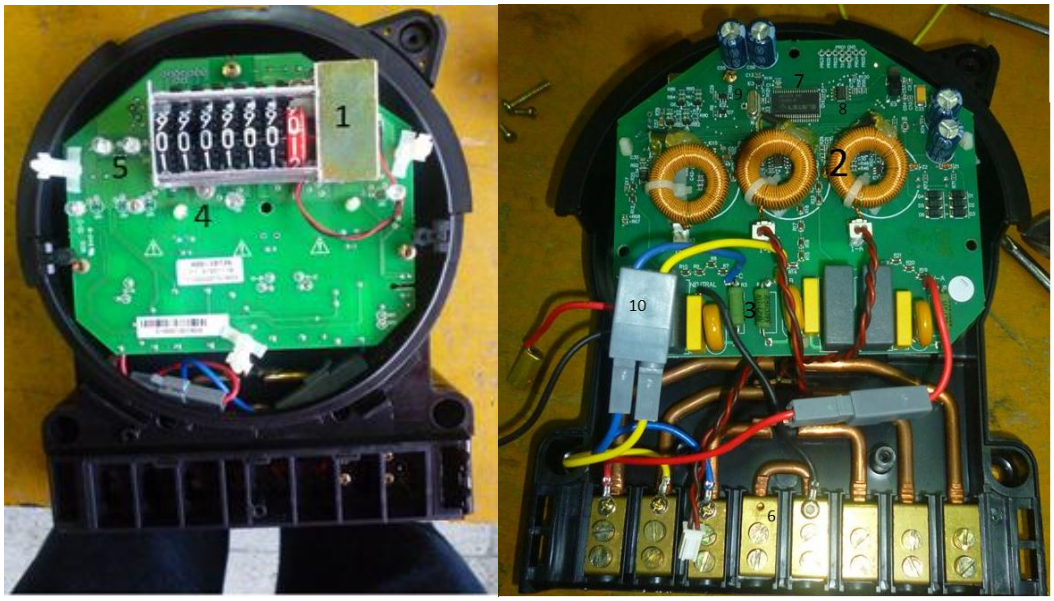


Figura Nº 32. Circuito interno de un contador electrónico.

Fuente: (El Autor).

4.1.1 Display o registrador.

"Es un equipo de cristal líquido (LCD) que permite indicar el consumo de energía del usuario" (Wikipedia, 2015). En otras marcas de medidores cuentan con un display más grande y con más detalles mostrando el número del medidor, kilovatios-hora, intensidades de cada línea (trifásicos), kilovatio amperio reactivo, voltaje, etc.

La mayoría de los contadores de energía, no cuentan con un display, si no con un registrador o numerador.

Figura Nº 33. Contadores electrónicos con Display y registrador.
Fuente: (El Autor)

4.1.2 Circuitos de medición de corriente.

Corriente medida mediante cargas resistivas ubicadas entre los bordes de entrada y salida de la corriente del medidor; "en cada fase el valor de la carga resistiva se utiliza para determinar la intensidad de corriente, mediante la medición de la diferencia de tensión valiéndose de la ley de Ohm" (Ríos, Santiago, 2013, pág. 36)

Figura Nº 34. Circuito de corriente de un contador electrónico.
Fuente: (Ríos , Santiago, 2013, pág. 36)

Los terminales de estas cargas resistivas, son conectadas a los circuitos de corriente de la placa mediante tres pares de cables rojo y negro trenzados. Ya en la placa se procede al filtrado de línea y adaptación de las señales para su conversión analógica-digital.

4.1.3 Circuitos de medición de tensión.

La medición de tensión se consigue al dividir la tensión de línea, mediante sendos divisores resistivos.

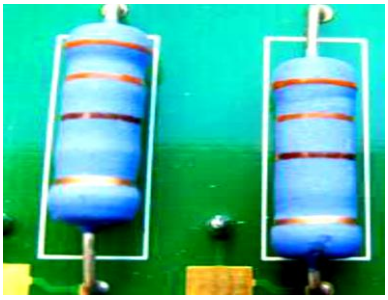


Figura Nº 35. Circuito de tensión de un contador electrónico.
Fuente: (El Autor)

4.1.4 Puerto óptico de comunicación.

"En algunos contadores de energía cuentan con un puerto de comunicación que utilizan una señal de interface óptica; en su placa incluye un emisor conocido como LED infrarrojo y un receptor que funciona como detector infrarrojo" (Ríos, Santiago, 2013, pág. 38)

Figura Nº 36. Puerto óptico de comunicación de un contador electrónico.
Fuente: (El Autor)

4.1.5 LED$_s$.

"Semiconductores unidos a dos terminales ánodo y cátodo recubierto por una resina epoxi transparente; se utilizan como indicadores en distintos dispositivos por ejemplo en la iluminación, en tecnología avanzada de comunicación, etc." (Ventura, s.f.).

El led permanece encendido hasta que la corriente del medidor (recibida o entregada) aumenta más allá del valor de la corriente de arranque. Mientras más consumo de energía, mas es el encendido y apagado del led.

En algunas ocasiones depende de la marca del medidor para que los led`s, titilen.

Figura Nº 37. Diodo LED de un contador electrónico.

Fuente: (Ríos , Santiago, 2013, pág. 38)

4.1.6 Bornera.

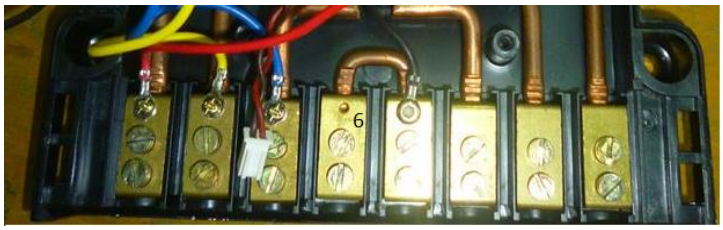


Figura Nº 38. Bornera de un contador electrónico.

Fuente: (El Autor)

Son puertos que permiten el ajuste de la acometida y los cables de que se conectan a la carga.

4.1.7 Microcontrolador.

"También llamado microcomputadora, es muy fundamental ya que es el cerebro del medidor, tiene un chip de cien contactos donde tiene integrado todas las funciones para la medición y registro de datos. El microcontrolador es responsable del control de la interfaz analítica de los cálculos de energía" (Ríos, Santiago, 2013, pág. 39).

En algunos contadores de energía, cuentan con microcontroladores de la misma marca del medidor.

Figura Nº 39. Microcontrolador de un contador electrónico.

Fuente: (Ríos , Santiago, 2013, pág. 39)

4.1.8 Memoria.

"Toda la información del medidor es registrada en una memoria, controlada por el microprocesador, que se actualiza cada 1/100KW-h. La memoria utiliza un film ferro eléctrico en capacitores integrados para almacenar datos" (Ríos, Santiago, 2013, pág. 40). Entre las características más destacadas de la memoria tenemos:

- Operan a muy alta frecuencia
- Pueden regrabarse gran cantidad de veces
- Tienen muy bajo consumo y son no-volátiles
- Ofrecen elevada protección contra manipulaciones

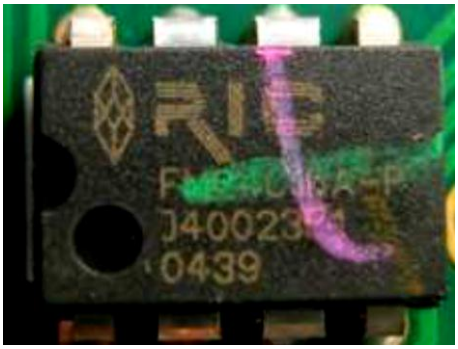


Figura Nº 40. Memoria interna de un contador electrónico.

Fuente: (Ríos , Santiago, 2013, pág. 40)

4.1.9 Cristal oscilador.

"Este elemento tiene la función de fijar la frecuencia de trabajo del microprocesador (señal de reloj). El oscilador de cristal se caracteriza por su estabilidad de frecuencia y pureza de fase, dada por el resonador de cuarzo" (Ríos, Santiago, 2013, pág. 41)

Figura Nº 41. Cristal oscilador de un contador electrónico.
Fuente: (Ríos , Santiago, 2013, pág. 41)

Dentro de la carcasa de metal, hay una pequeña pieza de cristal de cuarzo que está cortado con precisión, para que vibre a una frecuencia específica al aplicarle una tensión.

4.1.10 Cables de conexión a bornera.

Sirven para realizar conexiones eléctricas, entre bornes de entrada y salida del medidor con los circuitos de medición y la fuente de alimentación del equipo.

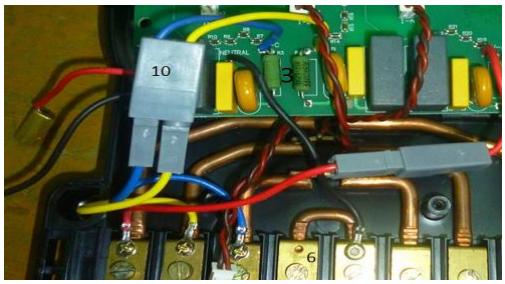


Figura Nº 42. Cables de conexión de un contador electrónico.

Fuente: (El Autor)

4.1.11 Capacitores de filtrado.

"Los capacitadores de filtrado tienen la función de suspender ruidos e interferencias" (Ríos, Santiago, 2013, pág. 44), es decir suprime las frecuencias que se presenten en el medio para no afectar al contador electrónico en el momento de realizar la medición.

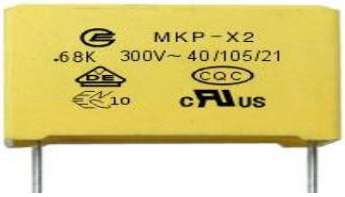


Figura Nº 43. Capacitor de filtrado de un contador electrónico.

Fuente: (Technology, 2015)

4.1.12 Inductores toroidales.

"Encontramos un inductor con núcleo toroidal de ferrita por cada fase, que cumple la función de adaptación de la señal para su medición" (Ríos, Santiago, 2013, pág. 42).

Figura Nº 44. Inductores toroidales de un contador electrónico.

Fuente: (El Autor)

4.1.13 Varistores.

"Son componentes cerámicos de alta densidad, con características eléctricas no óhmicas. La función principal es de mantener el valor del potencial eléctrico cuando ocurre un gran aumento del campo eléctrico aplicado. Los varistores son también conocidos como resistores no lineales, pues su resistencia disminuye con el aumento del potencial aplicado" (Ríos, Santiago, 2013, pág. 43).

Figura Nº 45. Varistor de un contador electrónico.

Fuente: (El Autor)

4.2 Principio de funcionamiento.

El contador electrónico de energía eléctrica, tiene una tarjeta que se encarga del procesamiento de los datos de corriente y tensión recibidos de convertidores de señal analógica a digital calculando la potencia consumida por el usuario, libre de las variaciones del tiempo y del medio ambiente.

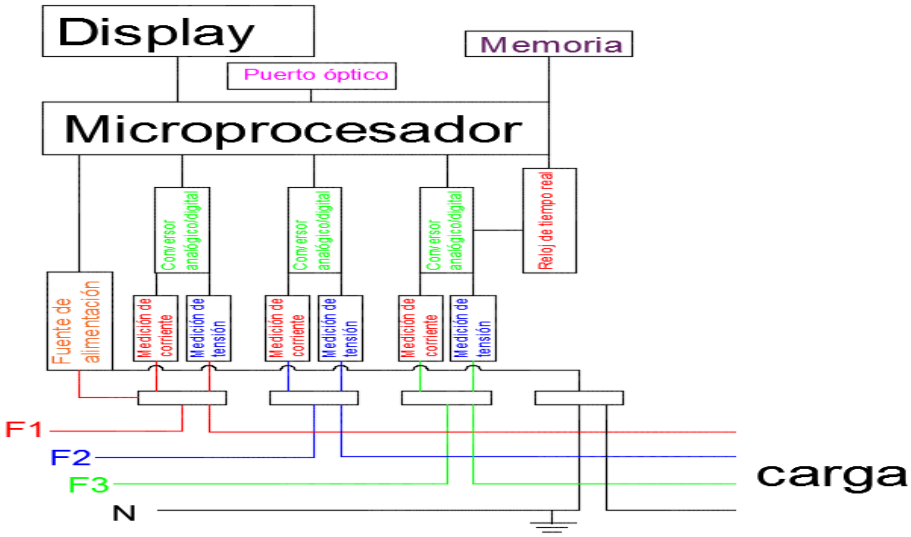


Figura Nº 46. Esquema de funcionamiento de un contador electrónico con display.

Fuente: (El Autor)

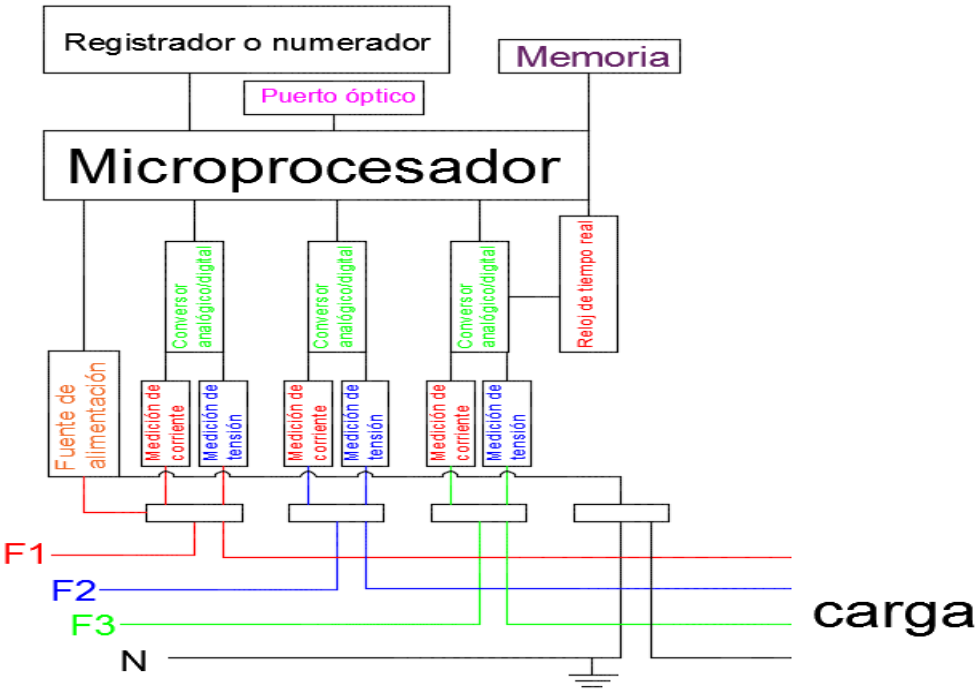


Figura Nº 47. Esquema de funcionamiento de un contador electrónico con registrador.

Fuente: (El Autor)

En los contadores con registrador o numerador cuenta con un motor eléctrico de paso, controlado por el circuito de cálculo.

La señal de la potencia instantánea sirve para calcular la potencia real consumida por el usuario, la cual se genera al multiplicar las señales de corriente y tensión.

4.3 Conexiones

4.3.1 Directa.

Esta conexión se realiza en corrientes de 5 a 100 amperios. Pueden ser conexiones en medidores monofásicos, bifásicos y trifásicos.

4.3.2 Semi-directa.

El contador electrónico se conecta a la red por medio de transformadores de corriente (TC), se utiliza cuando la corriente supera los 100 amperios de carga. Estas conexiones se encuentran en medidores trifásicos.

4.3.3 De conexión indirecta.

El contador de energía eléctrica se conecta a la red, por intermedio de transformadores de corriente y transformadores de tensión. Se utilizan para medir la energía en circuitos de alta tensión, generalmente en subestaciones eléctricas o que tengan una carga de 1000 kilovatio amperio (1MVA)

4.4 Clase de precisión

Todos los medidores electrónicos tienen mejor clase de precisión que los electromecánicos, esto es conveniente ya que se obtiene mejor calidad de medida en la medición de la energía.

Los medidores electrónicos son calibrados por software. Es decir, el número del medidor y las constantes de calibración son introducidos y quedan depositados en una memoria, esto hace que el medidor, con el tiempo no cambie su calibración.

4.5 Tiempo de vida

La vida útil del contador electrónico depende del consumo que tenga un usuario. Pero, en términos generales, puede ser entre 10 y 15 años. Las condiciones y normas en que se instalen el contador de energía influyen en su tiempo de vida.

También depende del fabricante ya que todas las empresas no fabrican medidores con la misma tecnología que otros. Cada fabricante tiene su propio modelo de

construcción de cada medidor, la cual unos fabricantes tienen una fecha límite de su producto que otros.

4.6 Características

4.6.1 Características generales.

Los contadores electrónicos llevan una placa de características en las cuales consta:

a) El nombre del fabricante, la marca registrada y el país de fabricación

b) El nombre de la empresa comercializadora y el número asignado por la misma.

c) La impresión del código alfanumérico de aprobación de modelo.

d) El número de fases y de hilos para el cual el medidor está diseñado.

e) El número de serie y el año de fabricación.

f) La tensión nominal de red o la tensión del secundario del transformador de medición a la cual el medidor está destinado a ser conectado.

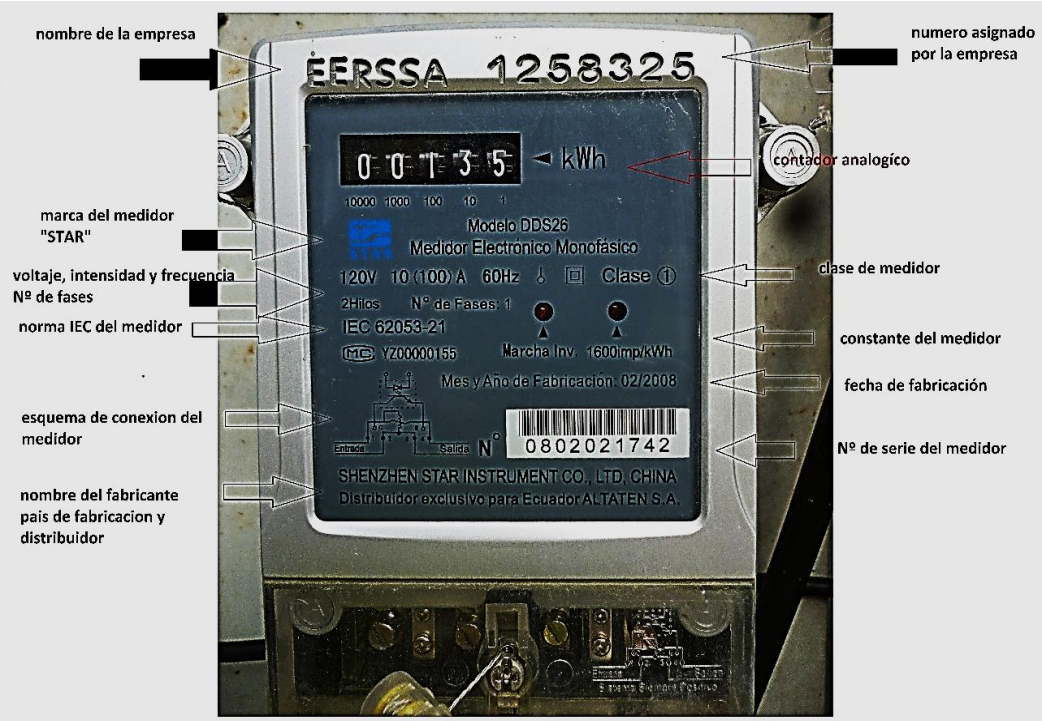


Figura Nº 48. Características de un contador electrónico.

Fuente: (El Autor)

g) La corriente de base y la máxima para medidores de conexión directa.

h) La frecuencia nominal, 50 o 60 Hertz.

i) La constante del medidor.

j) La clase del medidor.

k) La temperatura de referencia si fuera diferente de 23°C.

l) El símbolo del sentido de circulación de la energía:

m) Esquema de conexiones.

4.6.2 Características específicas.

- En distintos medidores electrónicos de energía bifásicos y trifásicos cuentan con un registro de gran cantidad de parámetros eléctricos dentro de los cuales podemos citar: energías activas, reactivas y aparentes, potencias, tensiones y corrientes por fase, factor de potencia, distorsión armónica, indicadores de fase, numero de cortes, numero del medidor asignado por la empresa distribuidora, etc.
- Precisión en la medición
- Algunos contadores cuentan con medios de comunicación local: vía puerto óptico.

4.7 Ventajas

- No requiere de mantenimientos preventivos, solo de pruebas de funcionamiento.
- No requiere de realizar procesos periódicos de contrastación.
- Registro acumulativo del consumo de energía eléctrico, los que quedan almacenados por varios años.
- Impide manipulación para hurto de energía ya que tradicionalmente con los medidores de inducción se usaban imanes para retrasar el movimiento del disco de inducción.

- Impide el hurto dando una señal luminosa (LED) en conexión inversa.
- Registro siempre positivo, es decir así se manipule o invierta las conexiones, siempre registrará el consumo de energía
- Los contadores electrónicos son más versátiles y livianos que los medidores electromecánicos, por lo que reducen el tamaño y el costo de las cajas porta medidor e instalación.
- No se descalibran durante su vida útil.
- Los materiales utilizados en su fabricación son altamente resistentes al fuego, al calor y a los rayos ultravioletas.
- Clase de precisión de 1 a 0.2 según IEC

4.8 Desventajas

- En los contadores digitales no se puede observar el consumo, cuando se realiza un corte o suspensión del servicio.
- En instalaciones de mayor consumo de energía eléctrica su costo es muy elevado.
- Una mala instalación del contador electrónico, puede causar cortocircuito interno.

CAPÍTULO V

REPOTENCIACIÓN DEL TABLERO DIDÁCTICO DE CONTADORES DE ENERGÍA ELÉCTRICA.

5.1 Guía para la realización del tablero didáctico

Los recursos que se utilizaron en la presente investigación son los siguientes:

- **Humanos**: Director de tesis Ing. Ramiro Borrero Espinosa. y el Ing. José Espinosa León, encargado del taller eléctrico.
- **Materiales**: Computadora, internet, útiles de oficina, contadores electrónicos de energía eléctrica, cámara, herramientas eléctricas.
- **Económicos**: remodelación del tablero, compra de contadores de energía eléctrica, impresión de placas metálicas, impresión de tesis anillado y empastado.

Para el desarrollo del trabajo práctico se utilizó los siguientes métodos:

"El método deductivo infiere los hechos observados basándose en la ley general. Por eso es que la metodología que se utiliza en el desarrollo de este proyecto es el método deductivo, partiendo de lo general a lo particular" (Solís Jácome, 2012, pág. 33). Se utilizan técnicas de análisis que permiten obtener elementos para la solución de problemas y para el estudio de caso

Dentro de las actividades se realizaron:

- Recopilación de información.
- Experiencia en el campo.
- Consulta a personas más capacitadas en este campo.

"El Método analítico es aquel método de investigación que consiste en la desmembración de un todo, descomponiéndolo en sus partes o elementos para observar las causas, la naturaleza y los efectos. El análisis es la observación y examen de un hecho en particular.

Es necesario conocer la naturaleza del fenómeno y objeto que se estudia para comprender su esencia" (Ramón , s.f.). Este método nos permite conocer más del objeto de estudio, con lo cual se puede: explicar, hacer analogías, comprender mejor su comportamiento y establecer nuevas teorías. También para este trabajo se utilizó el método analítico, porque es un método de investigación de los objetos que nos permite separar algunas de las partes del todo para someterlas a estudio independiente. Posibilita estudiar partes separadas de éste, poner al descubierto las relaciones comunes a todas las partes y, de este modo, captar las particularidades, en la génesis y desarrollo del objeto (contadores de energía).

"Método sintético es un proceso de razonamiento que tiende a reconstruir un todo, a partir de los elementos distinguidos por el análisis; se trata en consecuencia de hacer una explosión metódica y breve, en resumen. En otras palabras debemos decir que la síntesis es un procedimiento mental que tiene como meta la comprensión cabal de la esencia de lo que ya conocemos en todas sus partes y particularidades" (Ramón , s.f.).

Por todo lo expuesto que al mismo tiempo se justifica el desarrollo del trabajo práctico, el cual se ha realizado con mayor esfuerzo y dedicación en concordancia con la propuesta o tema de mismo.

La repotenciación del tablero didáctico de contadores de energía eléctrica contempla las siguientes acciones:

- Análisis del estado del tablero en que se realizó la repotenciación.
- Desmontaje de los medidores y partes existentes.

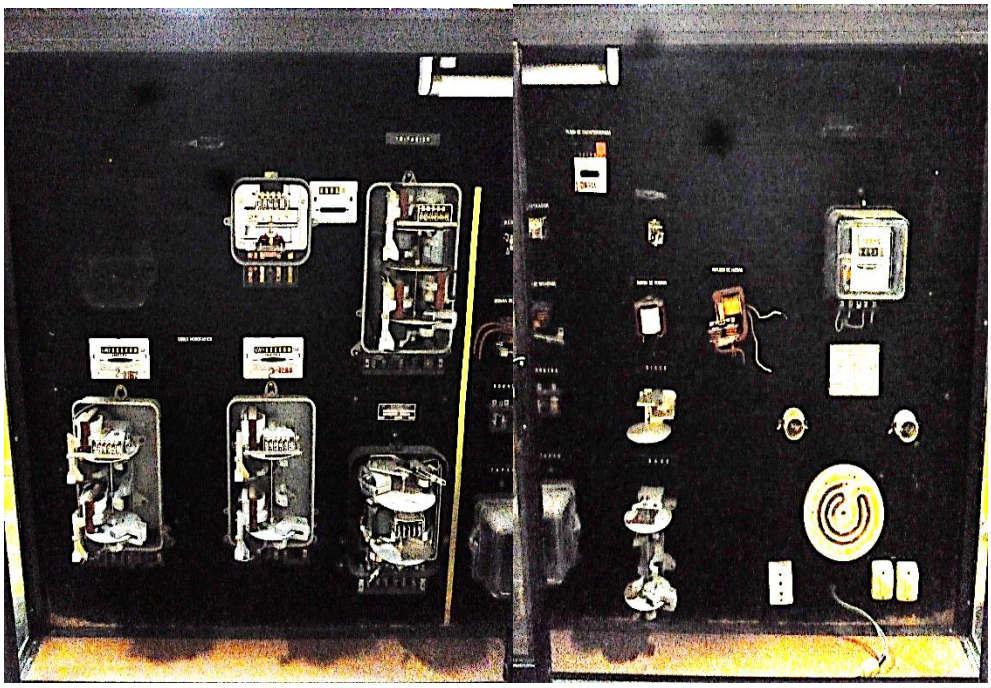


Figura Nº 49. Antiguo tablero didáctico de contadores de energía eléctrica.

Fuente: (El Autor)

- Remodelación de la mesa del tablero con melanina.
- Se seleccionó y se colocó algunas partes principales que tenía el tablero existente y se dividió en dos secciones. A la izquierda, los contadores antiguos (electromecánicos) y a la derecha los contadores nuevos (electrónicos).

Figura Nº 50. Nuevo tablero didáctico de contadores de energía eléctrica.

Fuente: (El Autor)

- Luego se colocó placas con nombres para la distinción de los medidores y sus partes.
- Se realizó una instalación de iluminación (ojos de buey), para una mejor presentación del tablero.

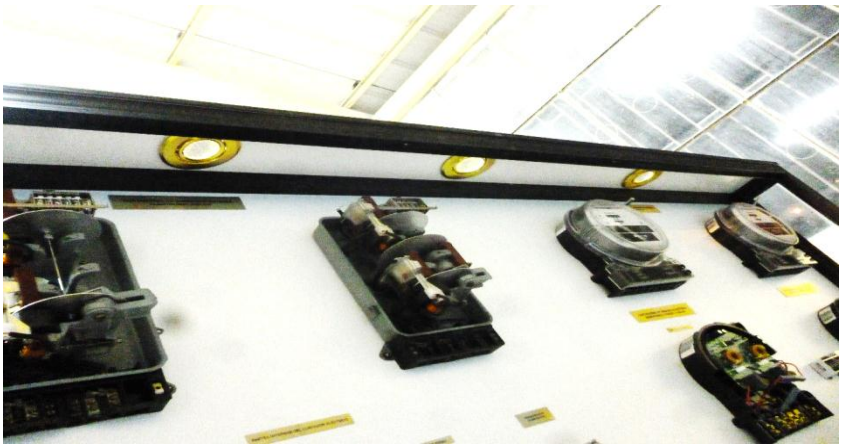


Figura Nº 51. Iluminación del tablero didáctico de contadores.
Fuente: (El Autor)

- Se realizó la instalación de un circuito de mando, contactores, luz de señalización, y un botón de marcha y paro para comprobación del funcionamiento de los contadores electrónicos; con el fin de demostrar la conexión de los contadores a una carga.

Figura Nº 52. Instalación de un circuito de marcha para carga.
Fuente: (El Autor)

- Se colocó conectores hembra banana para la realización de prácticas y observación del funcionamiento de los contadores y un esquema de conexión del circuito de mando.

Figura Nº 53. Finalización del circuito de marcha colocando conectores hembra.
Fuente: (El Autor)

- Finalmente el resultado de la repotenciación del tablero didáctico de contadores de energía eléctrica quedo elaborado según la siguiente figura.

Figura Nº 54. Finalización de la repotenciación del tablero didáctico de contadores de energía eléctrica.
Fuente: (El Autor)

5.2 Descripción de los contadores electromecánicos y sus partes presentadas en la repotenciación del tablero didáctico

5.2.1 Contador monofásico 2fases/3hilos.

El contador eléctrico colocado del tablero es un contador marca galileo (INECEL), construido específicamente para medición monofásica de dos fases o medición bifásica, tipo B4A4; fabricado en argentina, mide un voltaje de 2 × 240/120V, soporta una intensidad de 15(60)A, tiene una constate de medición de 1kwh/240rev. Funciona a una frecuencia de 60Hz. La Empresa Eléctrica Regional del Sur S.A. (EERSSA) le ha asignado el siguiente número 21087. Con un número de serie de 496863.

Figura Nº 55. Contador electromecánico bifásico.
Fuente: (El Autor)

Figura Nº 56. Placa de características.
Fuente: (El Autor)

5.2.2 Contador trifásico 3fases/4hilos.

Este contador eléctrico solo tiene la función de medir corriente trifásica. Tipo D08ft; voltaje de 3×210V, soporta una intensidad de 3×20/60A. Marca AEG (Asociación General de Electricidad). Funciona a una frecuencia de 60Hz. Tiene una constate de 1kwh=200rev. Del año 1962.

Figura Nº 57. Contador electromecánico trifásico.
Fuente: (El Autor).

Figura Nº 58. Placa de características.
Fuente: (El Autor).

5.2.3 Partes utilizadas en el tablero.

5.2.3.1 Chasis.

Chasis o bastidor del contador, es la parte que abarca todas las piezas importantes que tienen los contadores electromecánicos. En él se pueden encontrar las bobinas de intensidad, bobina de tensión, los discos giratorios, el registrador, los cojinetes, el imán de freno.

Se puede decir que es la parte estructural de los contadores eléctricos de este tipo.

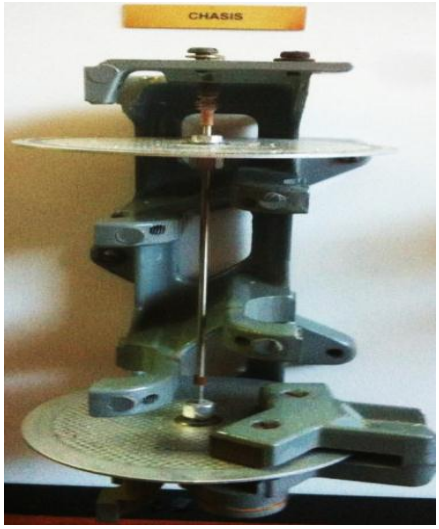


Figura Nº 59. Chasis del contador electromecánico.
Fuente: (El Autor)

5.2.3.2 Disco giratorio.

Es la parte móvil del contador, que funciona conforme al consumo eléctrico, es decir mientras más se consuma energía, más girará el disco. En algunos contadores estos discos vienen marcados y con la señal de cada vuelta.

Figura Nº 60. Disco giratorio del contador electromecánico.

Fuente: (El Autor)

5.2.3.3 Bornera.

Son los terminales del contador y en donde se conectan los conductores de la acometida, es decir, donde se recibe la energía desde la red eléctrica, y también donde comienza el circuito de carga. Está compuesta por tornillos que permiten el ajuste de los conductores de las acometidas.

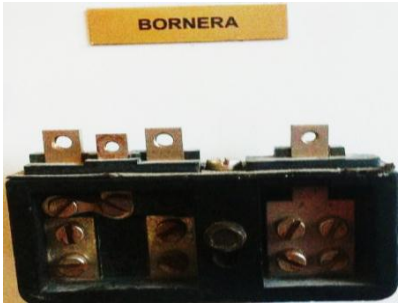


Figura Nº 61. Bornera de un contador electromecánico.

Fuente: (El Autor)

5.2.3.4 Bobina de intensidad.

Es un arrollamiento de pletina de cobre con pocas espiras, que se conecta en serie a la carga, y sirve para general un campo magnético con la bobina de tensión.

En esta bobina circula toda la corriente que se utiliza en una instalación.

Figura Nº 62. Bobina de intensidad de un contador electromecánico.

Fuente: (El Autor)

5.2.3.5 Bobina de tensión.

Es un arrollamiento con muchas espiras, de alambre fino de cobre, y mide el voltaje aplicado en la instalación. Este se conecta en paralelo.

Figura Nº 63. Bobina de tensión de un contador electromecánico.

Fuente: (El Autor)

5.2.3.6 Imán de freno.

Es un fuerte imán ferrita que está sometido al flujo magnético que es producido por las bobinas. Este permite que el disco giratorio no se dispare ni gire demasiado rápido.

Figura Nº 64. Imán de freno de un contador electromecánico.
Fuente: (El Autor)

5.2.3.7 Registrador o numerador.

Es la parte del medidor que permite ver el consumo eléctrico en números arábicos, contiene un chasis lo cual va conectado a los piñones y cojinetes que se movilizan por efecto de la rotación del disco.

Figura Nº 65. Registrador de un contador electromecánico.
Fuente: (El Autor)

5.2.3.8 Placa de características.

Es una placa de aluminio en la cual van todas la características del funcionamiento del contador. Entre las principales se encuentran:

El voltaje, frecuencia, intensidad, marca del contador, número de la empresa, número de serie, constante de disco, tipo del medidor.

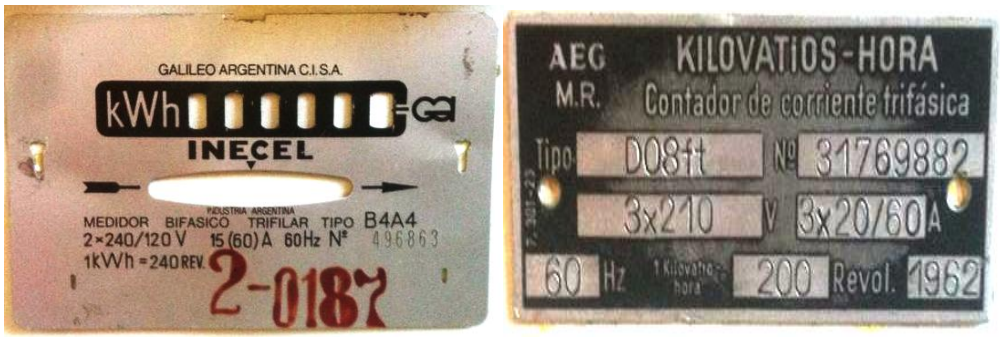


Figura Nº 66. Placa de características de los contadores electromecánicos.
Fuente: (El Autor)

5.3 Descripción de los contadores electrónicos y sus partes presentadas en la repotenciación del tablero didáctico

El medidor A1100 sirve para medir el consumo de energía eléctrica de uso doméstico, comercial como industrial liviano

5.3.1 Contador monofásico 2fases/3hilos y contador trifásico 3fases/4hilos.

Los medidores A1100 están disponibles en una versión con registrador electromecánico para energía activa directa (KW-h). Cinco leds son usados para indicar el estado del medidor, siendo: tres indicadores de fase; un indicador de energía revertida; un indicador de error. El medidor permite una configuración en fábrica con diversos parámetros y comportamientos funcionales, tales como la constante de impulso del led metrológico, registro unidireccional anti retroceso, constante de impulso de salida SO, umbral de indicación de fase y mucho más.

Figura Nº 67. Contador electrónico bifásico.
Fuente: (El Autor)

Figura Nº 68. Contador electrónico trifásico.
Fuente: (El Autor)

Como opción, el registrador de KW-h puede incrementar indiferentemente del sentido de flujo de energía, o sea, un registrador unidireccional.

Una salida de comunicación es puesta a disposición con la puerta IrDA, permitiendo la lectura electrónica de los registradores y datos de seguridad y estado actual usando un PDA o computadora. Eso elimina la posibilidad de errores de lectura manual. Como opción, los mismos datos transmitidos por la puerta IrDA pueden ser transmitidos por los terminales auxiliares del medidor en sustitución a la salida de impulso SO.

5.3.1.1 Normas.

El A1100 atiende a las siguientes normas: ABNT NBR14519 y NBR 14520, IEC 61036: 1996 (con enmienda 1:2000) e IEC 60529: 1989 para el grado de protección Ip52.

5.3.1.2 Características.

- Tipos de precisión A (2%) y B (1%)
- Energía activa (KW-h) directa o indirecta + revertida
- Elementos - 4 hilos ó 2 elementos - 3 hilos

- Dígitos con 6,7mm x 3,5 mm
- Datos de seguridad
- Salida IrDA (Infrared Data Association) para facturación, datos de seguridad y estado de funcionamiento
- Compatible con impulsos de tensión de 8kV
- Base plástica (noryl) o metálica (aluminio)
- Tapa principal en policarbonato transparente
- Grado de protección IP52
- Registrador electromecánico con motor de paso

5.3.1.3 Opcionales.

- Terminales auxiliares configurados para salida de impulso o salida serial
- Salida de impulsos SO de acuerdo con IEC 62053-31 y ABNT NBR 14519
- Tapa del bloque de terminales negra o transparente
- Presilla de fijación de la tapa del bloque de terminales

5.3.1.4 Mostrador.

El registrador electromecánico posee 6 dígitos enteros y 1 decimal, pero, opcionalmente puede ser configurado para mostrar 6 enteros o incluso solamente 5 enteros. Hay 5 leds indicadores de estado y 1 led para impulsos metrológicos.

5.3.1.5 Salida de impulso.

Una salida de impulso opto aislada puede proveer la base para una gestión de energía, controlador de demanda o sistema de lectura remota. Los impulsos son emitidos a los terminales auxiliares del medidor y están de acuerdo con las normas ABNT NBR 14519 y NBR 14520 e IEC 62053-31.

5.3.1.6 Seguridad.

El A1100 ofrece seguridad en los datos de registro y configuración ya que los mismos son almacenados en memoria no-volátil, cuyo tiempo de retención se extiende durante toda la vida útil del medidor. Además, el medidor registra informaciones de seguridad de acuerdo a la siguiente imagen.

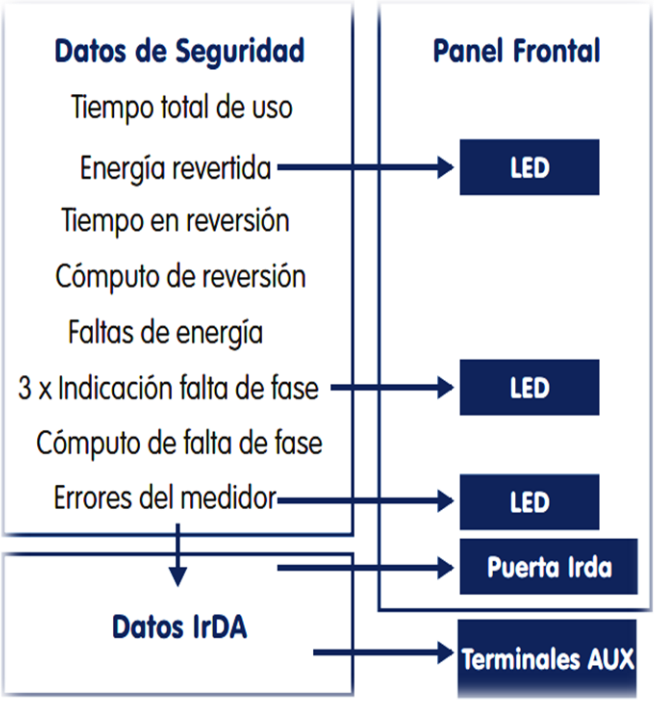


Figura Nº 69. Esquema de especificación de las señales de seguridad del contador.
Fuente: (El Autor)

5.3.1.7 Comunicación IrDA.

La puerta de comunicación IrDA (Infrared Data Association) proporciona un canal de comunicación unidireccional, trasmitiendo continuamente un bloque de datos del medidor a cualquier dispositivo externo. Como opción, el mismo bloque de datos puede ser transmitido por los terminales auxiliares.

La puerta usa el estándar de identificación OBIS: IEC 62056-61.

La puerta IrDA puede ser leída a una distancia de hasta 250mm y provee informaciones importantes de: seguridad, registradores e identificación y estado del medidor.

5.3.1.8 Datos técnicos.

Banda de Corriente	10-100A, 15-120A
Banda de Tensión	220-240V ó 110-127V (L-N)
Freqüência	50 Hz ó 60Hz
Pérdidas	
Circuito de tensión (230V)	0.9W, 9VA carga capacitiva/fase (máx)
Circuito de Corrente	2VA en 100A/fase (máx)
Aislamiento	4kV RMS 60Hz
Compatibilidad Ao impulso	8kV 1.2/50us fuente de 500 ohms
Registrador	6 dígitos enteros +1dígito decimal Dígitos de 6.7mm x 3.5mm 2000 impulsos/kWh
Velocidad IrDA	2400,4800 ó 9600 Bps (sem porta serial)
Velocidad Serial	2400 ó 4800 Bps
Temperatura	-40° a +60° C (Banda operacional) -40° a +85° C (Almacenaje)
Humedad	Promedio anual 75% (95% para 30 días distribuidos a lo largo del año)
Salida de Impulso	27Vcc máx, 27mA
(SO) Ancho de Impulso	10 a 250ms o biestable marca-espacio
Constante (Wh/pulso)	1,2,4,5,10,20,25,40,50,100
Especificaciones	Energía Activa kWh Tipos A(2%) ó B(1%) IEC 61036:196 9 con enmienda 1:2000) ABNTNBR14520 (en certificccción) Grado de protección IP52 - IEC 60529:1989
Peso	1000 gramos

Figura Nº 70. Datos técnicos de los contadores electrónicos de energía eléctrica.
Fuente: (El Autor)

5.3.2 Partes de los contadores.

5.3.2.1 Microcontrolador.

"Un microcontrolador es un circuito integrado programable, capaz de ejecutar las órdenes grabadas en su memoria. Está compuesto de varios bloques funcionales, los cuales cumplen una tarea específica. Un microcontrolador incluye en su interior las tres principales unidades funcionales de una computadora: unidad central de procesamiento, memoria y periféricos de entrada/salida". (Wikipedia, 2015)

Figura Nº 71. Microcontrolador.

Fuente: (El Autor)

5.3.2.2 Memoria.

"La memorias se caracteriza por tener la posibilidad de almacenar en una memoria no volátil, también son conocidas como memorias de protocolo son infaltables en cualquier equipo electrónico de consumo masivo. Pueden ser escritas y borradas de forma eléctrica" (Teo, 2009). Unas de las características más destacas son:

- Están garantizadas para un millón de ciclos de escritura/lectura.
- Utilizan para su funcionamiento una tensión única (5Volts o 3,3Volts)
- Bajo costo.

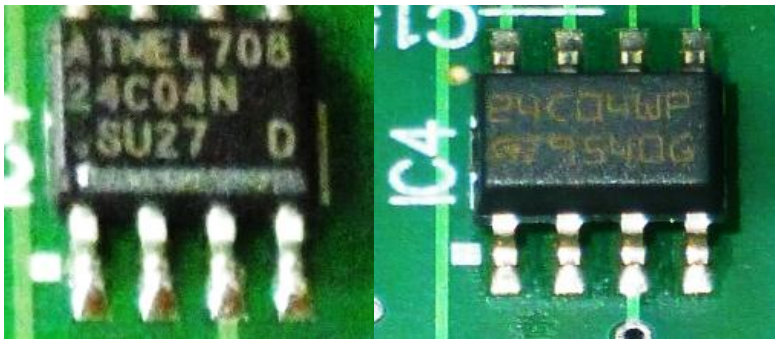


Figura Nº 72. Memoria.

Fuente: (El Autor)

5.3.2.3 Varistores.

"Los varistores proporcionan una protección fiable contra transitorios de alto voltaje que pueden ser producidos, por ejemplo, por relámpagos, conmutaciones o ruido eléctrico en líneas de potencia de corriente continua o corriente alterna, además pueden suprimir los transitorios positivos y negativos" (Salazar, 2013).

El varistor cambia su resistencia de un valor alto a otro valor muy bajo. En este contador eléctrico se utilizó el varistor 14K821.

Figura Nº 73. Varistor.
Fuente: (El Autor)

5.3.2.4 Inductores toroidales.

"Posee un campo magnético en el interior de sí mismo forma una serie de círculos concéntricos, la fuerza de este campo magnético depende del número de espiras que el toroide tiene. El campo no es uniforme: es más fuerte cerca de la parte interior del anillo y más débil cerca de la parte exterior" (Lewis, s.f.). El contador electrónico cuenta con un inductor heroidas por cada fase el cual se encarga de recibir las señales de voltaje y corriente para la medición, es muy útil en conversión de energía aislar corrientes de frecuencia en corriente alterna y previene el mal funcionamiento del medidor.

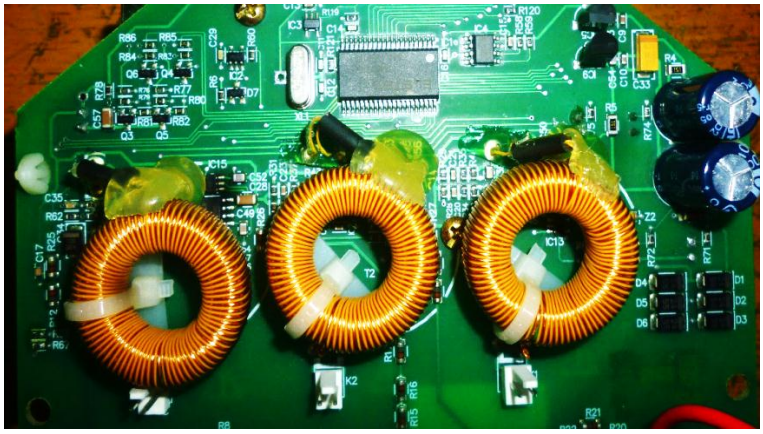


Figura Nº 74.Inductores toroidales.

Fuente: (El Autor)

5.3.2.5 Capacitores de filtrado.

Tiene mejor capacidad de carga, provocan menor distorsión. Soporta el exceso de tensión y es un excelente retardante de llama y a prueba de humedad.

Figura Nº 75.Capacitor de filtrado.

Fuente: (El Autor)

5.3.2.6 Cristal oscilador.

"Formado por un cristal de cuarzo o una cerámica piezoeléctrica. Solo genera la frecuencia propia del cristal utilizado y goza de una gran estabilidad frente a circunstancias variables en la tensión de alimentación o de la temperatura" (Apuntes SEC, s.f.).

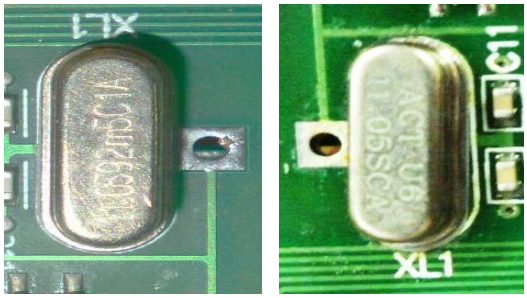


Figura Nº 76.Cristales osciladores.

Fuente: (El Autor)

5.3.2.7 Registrador o numerador.

El registrador debe ser de tipo tambor (ciclo métrico). La unidad principal de registro es el Kilovatio-hora (KW-h) y se indicará con unas marcas indelebles, el último tambor del registrador es el que gira de manera continua.

Figura Nº 77. Registrador.

Fuente: (El Autor)

5.3.2.8 Diodos LED.

Este tipo de medidores cuenta con 5 diodos leds indicadores de estado, 1 led para impulsos metrológicos y un puerto IrDa. Tres de los 6 leds indican las fases.

Los dos tienen la función de indicar si el medidor está fallando o la conexión al contador es incorrecta. El último indica los datos IrDa que provee información de seguridad, registro, identificación y estado del medidor.

Figura Nº 78. Diodos LED.

Fuente: (El Autor)

5.3.2.9 Circuito de tensión.

Para el circuito de tensión se ha utilizado unas resistencias de 330Ω ±5% de 3W de disipación en cada fase.

Figura Nº 79. Circuito de tensión.

Fuente: (El Autor)

5.3.2.10 Circuito de intensidad.

Tienen una excelente frecuencia y las características de temperatura, alta resistencia de aislamiento, calidad confiable debido al efecto de auto reparación.

Soportar la tensión de impulso 2,5 KV.

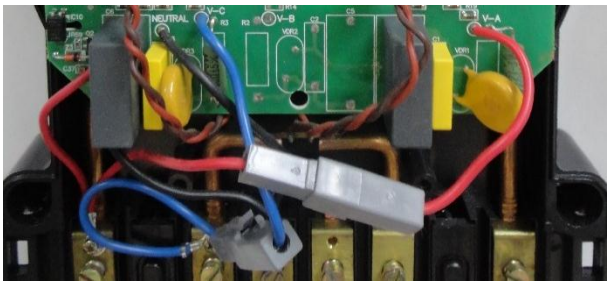


Figura Nº 80. Circuito de intensidad.

Fuente: (El Autor)

En este circuito de intensidad, alimenta a todo el circuito electrónico. También tiene un rendimiento fiable y larga vida de servicio.

5.3.2.11 Bornera.

Figura Nº 81. Bornera.
Fuente: (El Autor)

La bornera está formada por terminales que están conectados por platina de cobre mostrándonos una conexión concéntrica entre bornes. En cada uno de los bornes se enlazan conductores que se conectan al circuito electrónico que van directamente a los inductores toroidales.

5.3.2.12 Luz de señalización verde.

Sirve para indicar la marcha, encendido del circuito eléctrico o el arranque de una carga o un motor bajo tensión. Se utilizaron dos luces de señalización para cada circuito de cada contador electrónico.

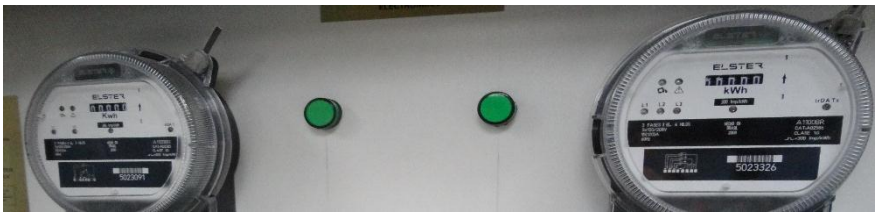


Figura Nº 82. Luz de señalización.
Fuente: (El Autor)

5.3.2.13 Pulsador de marcha y paro.

Son dispositivos que detienen y/o permiten el paso de la corriente eléctrica a una carga. Son muy utilizados en el campo industrial. Se utilizaron dos pulsadores de marcha y paro para los circuitos de cada contador.

Figura Nº 83. Pulsadores de marcha y paro.
Fuente: (El Autor)

5.3.2.14 Contactores.

"Un contactor es un componente electromecánico que tiene por objetivo establecer o interrumpir el paso de corriente, ya sea en el circuito de potencia o en el circuito de mando, tan pronto se dé tensión a la bobina". (Fundación Wikimedia, 2009).

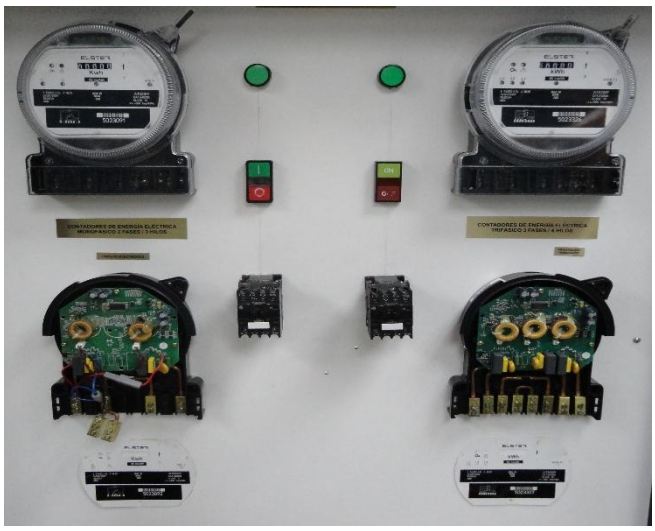


Figura Nº 84. Circuito de marcha para contadores electrónicos.
Fuente: (El Autor)

5.3.2.15 Esquema de conexión.

Se realizó un esquema para la conexión de los contadores electrónicos con los contactores, luz de señalización y pulsadores.

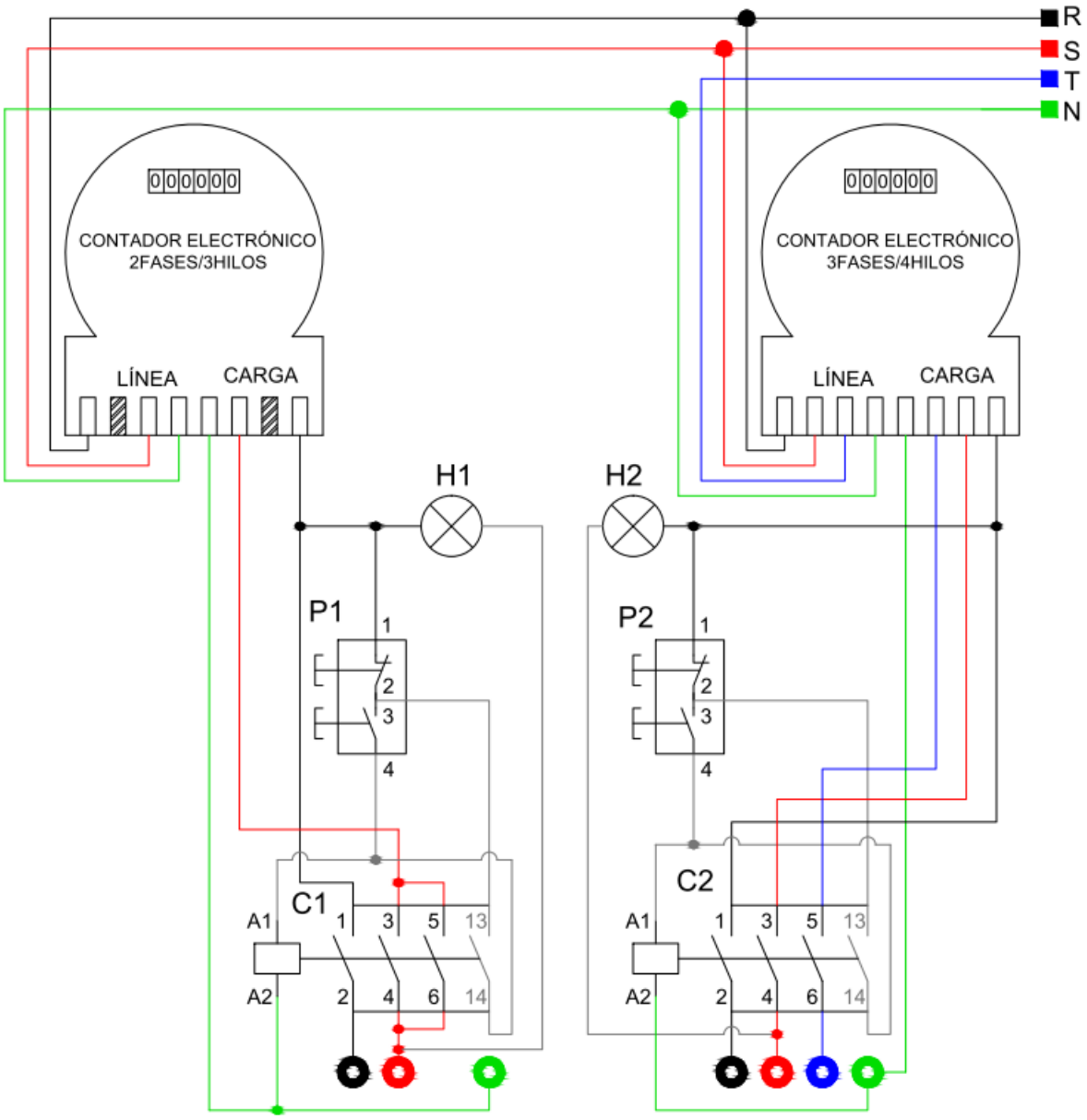


Figura Nº 85. Esquema de conexión de un circuito de marcha de los contactores electrónicos.

Fuente: (El Autor)

PRESUPUESTO

Tabla 3.Presupuesto.

Fuente: (El Autor)

MATERIALES	CANTIDAD	COSTO
Melanina	2	22,80
Pintada de mesa		30,00
Pernos		10,00
Medidor Bifásico Electrónico 2fases/3 hilos	2	200,00
Medidor Trifásico Electrónico 3fases/4hilos	2	260,00
Envío de los medidores.		10,00
Platinas con nombres	30	25,00
Placa de reconocimiento del autor	1	5,00
Ojos de buey	3	11,85
Conductor concéntrico #16	4metros	4,00
Enchufe	1	1,00
Interruptor ojo de ángel	1	2,00
Silicona	3	0,60
Lija	2	0,80
Anillado	9	9,00
Mano de obra		40.00
Empastado	3	6,00
Transporte		10,00
Contactores	2	36,00
Luz de señalización	2	8,00
Pulsador de marcha y paro	2	18,00
Canaleta ranurada 2m	1	4,00
Cable concéntrico 4×14	8m	16.00
Cable concéntrico 3×14	2m	4.50
Enchufe de torsión 3 fases y tierra	1	30,00
Cable flexible #12	6m	3,00
Cable flexible #18	6m	1,80
	Total	**769.35**

El trabajo ha tenido un gasto total de $769.35 aproximadamente.

No se ha tomado en cuenta las herramientas eléctricas como: desarmadores, alicates, corta frio, extensión eléctrica, taladro, brocas, estilete, martillo, llaves, etc. Ya que el trabajo se realizó en el taller eléctrico, el cual dispone de todo esos materiales.

CONCLUSIONES

- En la actualidad existen múltiples tipos de medidores electrónicos basados en diversos principios de funcionamiento, donde el fabricante deja en manos de la empresa eléctrica (EERSSA) el uso que se le dé y está en ella el buscar el máximo aprovechamiento de todas sus capacidades y recursos adaptándolo a sus necesidades.
- Los medidores electrónicos ahora son programables por software lo que permite el seguimiento del comportamiento de energía eléctrica con más precisión.
- También hay que destacar la cantidad de parámetros que ahora nos muestran los medidores, en especial los trifásicos.
- Se presentan los diferentes tipos de medidores comercialmente más usados por las diversas empresas prestadoras del servicio, y a su vez se delinean los fundamentos teóricos que conllevan a una mejor selección del instrumento de medida.
- La repotenciación del tablero nos permite analizar el desarrollo de la tecnología en el campo de los contadores de energía eléctrica.
- El objetivo final de este trabajo práctico es concientizar a todas aquellas personas que instalan o planifican instalaciones de equipos de medición, a realizar una selección basada en criterios técnicos.

RECOMENDACIONES

- Para la realización de este trabajo práctico ha sido importante conocer todos los modelos de los medidores. Y así conocer más a fondo conexión, funcionamiento, pruebas de funcionamiento, instalación y mantenimiento de los medidores.
- Tener en cuenta que modelos económicos para realizar este trabajo ya que la mayoría de los contadores, son un poco costosos.
- Utilizar los equipos de protección personal EPP si se va a realizar alguna prueba de funcionamiento de los contadores.
- Este tablero repotenciado permitirá a los estudiantes del Área, conocer los diferentes tipos de contadores de energía eléctrica, las aplicaciones, ventajas y desventajas.
- Si se va a realizar algunas prácticas en los contadores tener en cuenta lo siguiente. Antes de energizar el circuito o la carga, revisar si está bien conectada.
- Realizar mediciones de los contadores eléctricos con cargas con potencias elevadas, para un menor tiempo posible.
- Antes de realizar y conectar la carga, observar si no están energizados los conductores.

BIBLIOGRAFÍA

Anónimo. (s.f.). *Bienvenido a ZERA*. Obtenido de ZERA: http://www.zera.de/

Apuntes SEC. (s.f.). *Osciladores*. Obtenido de Universidad de las Islas Baleares: http://www.uib.cat/depart/dfs/GTE/education/telematica/sis_ele_comunicacio/Apuntes/Capitulo%206.pdf

Compania Anónima. (7 de Abril de 2007). *Hace 110 años se formó primera eléctrica del país*. Obtenido de Diario El Universo: http://www.eluniverso.com/2007/04/07/0001/9/5FA9CE9DE0A44FE8920A12F757F85B1C.html

EERSSA, S. d. (2009-2011). *Acerca de Nosotros*. Obtenido de Empresa Eléctrica Regional del Sur S.A.: http://eerssa.com/nuestra-empresa/acerca-de-nosotros.html

EERSSA, S. d. (2009-2011). *Nuestra Empresa. Historia*. Obtenido de Empresa Eléctrica Regional del Sur S.A.: http://eerssa.com/nuestra-empresa/historia.html?start=3

Electromagnética, S. (s.f.). *Contadores Inteligentes.* Obtenido de Sensibilidad Electromagnética: http://www.sensibilidadelectromagnetica.com/contadores.html

Fundación Wikimedia, I. (24 de Junio de 2009). *WIKIPEDIA.* Obtenido de GOOGLE: http://es.wikipedia.org/wiki/Contactor

Heredia, D. M. (2013). *Desarrollo de una guía enfocada a medidores de energía y conexiones de medidores*. Obtenido de Universidad Tecnológica de Pereira: http://repositorio.utp.edu.co/dspace/handle/11059/3223

IEC. (2015). *Acerca del IEC*. Obtenido de Internacional Electrotécnica Comisión: http://www.iec.ch/about/?ref=menu

Jaramillo , J. L., & Chamba, D. (Junio de 2008). *Una aproximación CTS a la implementación de la primera empresa de servicio.* Obtenido de Universad Técnica Particular de Loja: http://www.utpl.edu.ec/jorgeluisjaramillo/wp-content/uploads/2008/09/jorgeluis-loja-pionera-de-la-generacion-electrica-junio-2008.pdf

Lewis, K. (s.f.). *¿qué es una bobina toroidal?* Obtenido de ehowenespañol: http://www.ehowenespanol.com/bobina-toroidal-sobre_125254/

Mecalux. (2000-2015). *Sellos de seguridad para contadores eléctricos.* Obtenido de MECALUX: http://www.logismarket.com.mx/service-impex/2327644745-1179567427-c.html

Ossa, R. Á., & Hernández , J. A. (11 de Enero de 2013). *Manual para Medidores de Energía Eléctrica Estáticos (Electrónicos)*. Obtenido de Central Hidroeléctrica de Caldas S.A. "E.S.P." CHEC.: http://www.chec.com.co/archivos/juridica/ANEXO1_1684_2013-01-30_manual_medidores.pdf

Ramón , L. (s.f.). *HISTORIA Y EVOLUCIÓN DEL PENSAMIENTO CIENTÍFICO*. Obtenido de EUMED.NET: http://www.eumed.net/libros-gratis/2007a/257/7.2.htm

Ríos , Santiago. (2013). *GUÍA PARA LA DETECCIÓN DE FRAUDES EN SUMINISTROS DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN MEDICIÓN DIRECTA.* Obtenido de UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA: http://repositorio.utp.edu.co/dspace/bitstream/11059/3743/1/621319R586g.pdf

Ríos, Santiago. (2013). *GUIA PARA LA DETECCIÓN DE FRAUDES EN SUMINISTROS DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN MEDICIÓN DIRECTA*. Obtenido de UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA: http://repositorio.utp.edu.co/dspace/bitstream/11059/3743/1/621319R586g.pdf

Salazar, J. (13 de Marzo de 2013). *Electronica Analogica I - Diodos*. Obtenido de Scribd: http://es.scribd.com/doc/50666710/Electronica-Analogica-I-Diodos#scribd

Sara, D. (Julio de 2013). *Mapa de Áreas de Concesión de las Distribuidoras.* Obtenido de Consejo Nacional de Electricidad.: http://www.conelec.gob.ec/images/documentos/doc_10251_MAPA_AREAS_CONCESION.pdf

Sistemas-EERSSA, S. d. (2009-2011). *Nuestra Empresa. Historia.* Obtenido de Empresa Eléctrica Regional del Sur. S.A: http://eerssa.com/nuestra-empresa/historia.html?start=3

Solís Jácome, M. M. (2012). *EL PENSAMIENTO LÓGICO Y SU INCIDENCIA EN LA EVALUACIÓN DE DESTREZAS DEL ÁREA DE MATEMÁTICAS EN LOS ESTUDIANTES DEL QUINTO AÑO DE LA ESCUELA TERESA FLOR DE LA CIUDAD DE AMBATO*. Obtenido de UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO: http://repo.uta.edu.ec/bitstream/handle/123456789/2655/MA-EVA-EDU-959.pdf?sequence=1

Technology, F. (2015). *Película Capacitor MKP-X2 300VAC Safety Capacitor.* Obtenido de Dongguan Easy-Gather Electronic Co., Ltd.: http://es.made-in-china.com/co_easygather/product_Film-Capacitor-MKP-X2-300VAC-Safety-Capacitor_higsgursg.html

Teo, N. (5 de septiembre de 2009). *Memorias EEPROM I2C 24CXX*. Obtenido de NEOTEO: http://www.neoteo.com/memorias-eeprom-i2c-24cxx/

Ventura, A. (s.f.). *Diodos LED*. Obtenido de MONOGRAFÍAS.COM: http://www.monografias.com/trabajos60/diodo-led/diodo-led.shtml

Wikipedia. (10 de Abril de 2015). *Microcontrolador*. Obtenido de Wikipedia: http://es.wikipedia.org/wiki/Microcontrolador

Wikipedia. (8 de Abril de 2015). *Pantalla de cristal líquido*. Obtenido de Wikipedia: http://es.wikipedia.org/wiki/Pantalla_de_cristal_l%C3%ADquido

ZERA. (18 de Febrero de 2008). *Moving Test - MT300/MT310.* Obtenido de ZERA: http://www.caltest.co.uk/userfiles/products_pdf/mt300_310_pros_ext_gb_v302.pdf

ZERA. (s.f.). *Productos MT310.* Obtenido de ZERA: http://www.zera.de/products/_family/mt300/_product/mt310.html

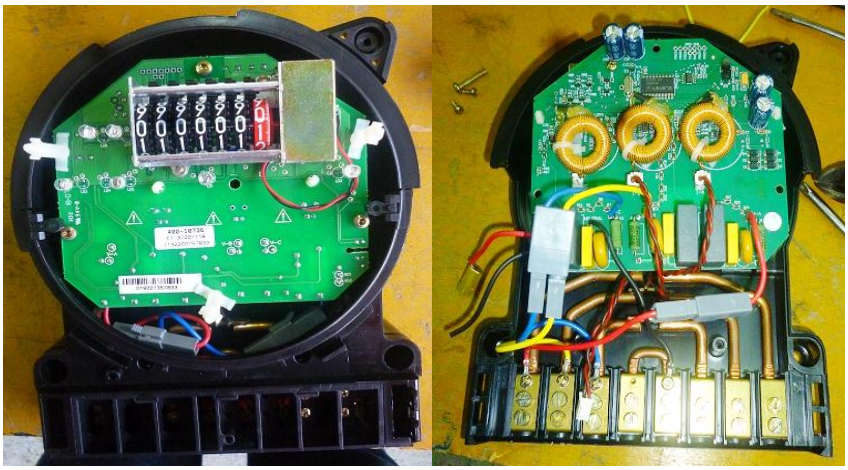
ANEXOS

TABLERO DIDÁCTICO

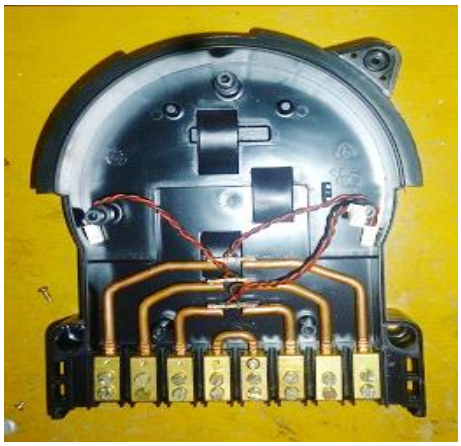
En esta imagen se muestra el trabajo final de la repotenciación de los contadores, donde se encuentran los contadores electromecánicos y los contadores electrónicos, ubicado en el Taller Eléctrico.

Aquí podemos observar el tablero didáctico con la iluminación respectiva para mejor presentación.

CONTADORES ELECTRÓNICOS



En la siguiente fotografía se puede observar la parte frontal y reversa del circuito electrónico del medidor, en las cuales podemos observar las siguientes partes como son: registrador, diodos led, inductores toroidales, microcontrolador, condensadores, capacitores de filtrado, cristal oscilador, memoria, conductores, cables de conexión, circuito de tensión, puertos de la bornera y platina de cobre los cuales forman un circuito electrónico en una placa de circuito impreso.



Para complementar el diseño de contador aquí se muestran las siguientes partes como es el chasis en el cual se acopla el circuito electrónico, también se pueden observar cables de cobre

que se conectan a los inductores toroidales, así mismo tiene puertos de la bornera unidos por una platina de cobre.

Instalación de un circuito de marcha para el funcionamiento de los contadores electrónicos.

Se realizó unas pequeñas prácticas con cargas livianas (focos incandescentes) para poder ver el funcionamiento de los contadores, en este caso se realizaron prácticas con el contador bifásicos.

Conexión de un motor bifásico al contador de energía. Este motor se puede conectar a 110V y 220V.

Conexión de un motor trifásico al contador de energía. Se energizó el motor con una conexión en estrella.

Se conectó cargas de focos incandescentes al contador trifásico en triángulo y en estrella.