



UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA

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

**CARRERA DE TECNOLOGÍA EN ELECTRICIDAD Y
CONTROL INDUSTRIAL**

TÍTULO:

**“METODOLOGÍA PARA LA CONSTRUCCIÓN DE ACOMETIDAS
E INSTALACIÓN DE MEDIDORES DIGITALES”**

*Informe técnico previo la obtención
del Título de Tecnólogo en
Electricidad Y Control Industrial*

AUTOR:

José Herminio Mejía Molina

DIRECTOR:

Ing. Edwin Bladimir Paccha Herrera, Mg. Sc.

LOJA-ECUADOR

2014

CERTIFICACIÓN

Ing. Edwin Paccha Herrera, Mg. Sc.

DOCENTE DEL ÁREA DE LA ENERGÍA, LAS INDUSTRIAS Y LOS RECURSOS NATURALES NO RENOVABLES DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA Y DIRECTOR DE TESIS

CERTIFICA:

Que el Trabajo de Investigación titulado “**METODOLOGÍA PARA LA CONSTRUCCIÓN DE ACOMETIDAS E INSTALACIÓN DE MEDIDORES DIGITALES**”, desarrollado por el Sr. José Herminio Mejía Molina, previo a obtener el grado de Tecnólogo en Electricidad y Control Industrial, ha sido realizado bajo mi dirección por lo que autorizo su presentación ante el Tribunal de Grado.

Loja, 19 de noviembre de 2014



Ing. Edwin Bladimir Paccha Herrera, Mg. Sc.
DIRECTOR DEL INFORME TÉCNICO

AUTORÍA

Yo, **JOSÉ HERMINIO MEJÍA MOLINA**, declaro ser autor del presente trabajo de tesis y eximo expresamente a la Universidad Nacional de Loja y a sus representantes jurídicos de posibles reclamos o acciones legales, por el contenido de la misma.

Adicionalmente acepto y autorizo a la Universidad Nacional de Loja, la publicación de mi tesis en el Repositorio Institucional-Biblioteca Virtual.

Autor: José Herminio Mejía Molina,

Firma:.....

Cédula: 110174279-7

Fecha: 18 de marzo de 2015

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

Yo, **JOSÉ HERMINIO MEJÍA MOLINA**, declaro ser autor de la tesis titulada: **“METODOLOGÍA PARA LA CONSTRUCCIÓN DE ACOMETIDAS E INSTALACIÓN DE MEDIDORES DIGITALES”**, como requisito para optar el grado 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 en el Repositorio Digital Institucional:

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

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

Firma:



Autor: José Herminio Mejía Molina,

Cédula: 110174279-7

Dirección: Cdla. Unión Lojana (Juan Montalvo y Camilo Enríquez)

Correo Electrónico: rodrigomejia1813@gmail.com

Teléfono: 072540172

Celular: 0993041441

DATOS COMPLEMENTARIOS

Director de Tesis: Ing. Edwin Bladimir Paccha Herrera, Mg. Sc.

Tribunal de Grado: Ing. Julio César Cuenca Tinitana, Mg. Sc.

Ing. Jorge Enrique Carrión González, Mg. Sc.

Ing. Juan Gabriel Ochoa Aldeán, Mg. Sc.

AGRADECIMIENTO

Extiendo mi agradecimiento sincero al Director de Tesis Ing. Edwin Paccha Mg. Sc, por su incondicional apoyo, su presencia ha sido fundamental para el presente trabajo investigativo.

También agradezco los consejos recibidos de los Profesores de la Carrera de Tecnología en Electricidad y Control Industrial, que se esforzaron para mi formación.

Por último, agradezco a mis compañeros de clase, que de una u otra manera nos apoyamos mutuamente para la culminación de la carrera.

EL AUTOR

DEDICATORIA

El presente trabajo dedico a mi esposa, e hijos, por su comprensión y ayuda en los momentos difíciles, supieron apoyarme moral y físicamente para así culminar mi carrera.

José Herminio Mejía Molina

RESUMEN

Este trabajo práctico tiene por finalidad dar a conocer los lineamientos generales para la instalación de medidores del tipo digital con acometidas subterráneas o aéreas.

La Empresa Eléctrica Regional del Sur (EERSSA) dispone de sistemas de medición monofásicos, bifásicos o trifásicos, el tipo de medidor a instalarse va a depender de su capacidad y de acuerdo a la inspección realizada donde es analizado el servicio que el usuario requiere.

El calibre del conductor varía de acuerdo a la carga a instalarse, para ello debe realizarse un censo de carga dependiendo de estos datos se utilizara el conductor adecuado.

Todo medidor irá instalado en un tablero metálico antihurto, cuando el caso lo requiera en la instalación de dos o más medidores se deben contemplar la instalación de un tablero de medidores. Se debe colocar en cada uno de los puntos de medición una puesta a tierra la misma se realizará con conductor de cobre cableado desnudo; el calibre mínimo a utilizarse será 6 AWG y se conectará a una varilla de copperweld de diámetro de 16 x 1800 mm de longitud.

SUMMARY

This pilot study aims to present the general guidelines for installing digital meters underground or overhead type connections.

The Southern Regional Electricity Company (EERSSA) we have single phase measurement systems, two phase or three phase, the type of meter to be installed will depend on their ability.

The size varies according to the load to be taking rush to install the following topology:

Every meter shall be installed on a metal board, when the case requires the installation of two or more meters should be considered for installation of a meter board. It should be placed in each of the measurement points grounding it will be made with bare copper conductor wiring; the minimum size to 6 AWG shall be used and connected to a rod 16 Copperweld diameter x 1800 mm length.

Índice

CERTIFICACIÓN	ii
AUTORÍA	iii
CARTA DE AUTORIZACIÓN	iv
AGRADECIMIENTO	v
DEDICATORIA	vi
RESUMEN	vii
SUMMARY	viii
ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	3
“METODOLOGÍA PARA LA CONSTRUCCIÓN DE ACOMETIDAS E INSTALACIÓN DE MEDIDORES DIGITALES”	4
I. INTRODUCCIÓN	5
1.1. RESEÑA HISTÓRICA	5
1.2. OBJETIVOS	6
II. MATERIALES	7
2.1 MATERIALES	8
III. PROCESO METODOLÓGICO EMPLEADO	9
3.1. PROCESO METODOLÓGICO EMPLEADO	10
IV. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	12
4.1. Servicio eléctrico.	13
4.1.1. Generación.	14
4.1.2. Transporte.	14
4.1.3. Subestaciones.	14
4.1.4. Distribución.	14
4.1.5. Centros de Transformación.....	15
4.1.6. Tipos de Servicio.	15
4.2. Componentes para la instalación de un medidor de energía.	15
4.2.1. Acometida Eléctrica.	16
4.2.2. Tipos de Acometidas por su disposición.....	16
4.2.3. Tipos de acometidas según su nivel de tensión.....	17
4.2.3. Tipos de conductores de las acometidas.	17
4.2.4. Número de acometidas.	18
4.3. Medidores de energía.....	20

4.3.1. Medición eléctrica.....	20
4.3.2. Medición directa.....	20
4.3.3. Medición indirecta en baja tensión.....	21
4.3.4. Medición indirecta en media tensión.	21
4.3.5. Tipos de medidores utilizados en nuestra ciudad y sus diagramas de conexión.	22
4.4. Interruptor Automático o Breaker.....	30
4.4.1. Interruptores individuales.-.	30
4.5. Puesta a tierra.	30
4.6. Disposición de los medidores en un tablero.	31
4.7. Procedimientos para una segura y correcta construcción de acometidas e instalación medidores digitales.	33
4.8. Procedimiento de desconexión.	38
4.9. Herramientas, materiales y equipos de protección personal para la instalación y desconexión de sistemas de medición.	38
V. CONCLUSIONES	40
VI. RECOMENDACIONES.....	42
VII. BIBLIOGRAFÍA	44
VIII. ANEXOS.....	46
8.1. Simbología en instalaciones eléctricas.....	47
IX. CRONOGRAMA	49

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.

Figura 1: Diagrama esquematizado del Sistema de suministro eléctrico	13
Figura 2: Acometida eléctrica aérea	16
Figura 3: Acometida eléctrica subterránea	16
Figura 4: Medidor monofásico electrónico	21
Figura 5: Medidor bifásico electrónico	21
Figura 6: Medidor trifásico electrónico	22
Figura 7: Medición especial directa monofásica forma 2S	22
Figura 8: Medición especial directa monofásica forma 12S	23
Figura 9: Medición especial directa trifásica forma 12S	24
Figura 10: Medición especial directa trifásica forma 16S	25
Figura 11: Medición especial semi-indirecta trifásica forma 9S	26
Figura 12: Medición especial semi-indirecta monofásica	27
Figura 13: Breaker caja moldeada	28
Figura 14: Puesta a tierra residencial.	29
Figura 15: Tablero para un medidor	29
Figura 16: Tablero para dos medidores	30
Figura 17: Fijación de medidor al tablero	31
Figura 18: Fijación del breaker	32
Figura 19: Alimentación del breaker principal	32
Figura 20: Alimentación de las barras de alimentación	33
Figura 21: Alimentación de los medidores	33
Figura 22: Instalación de puesta a tierra	34
Figura 23: Fijación y tendido de acometida	34
Figura 24: Conexión de la acometida a la red de distribución	35
Figura 25: Verificación de voltajes	35
Figura 26: Colocación de sellos de máxima seguridad	36

**“METODOLOGÍA PARA LA
CONSTRUCCIÓN DE
ACOMETIDAS E INSTALACIÓN
DE MEDIDORES DIGITALES”**

I. INTRODUCCIÓN

1.1. RESEÑA HISTÓRICA

Las empresas distribuidoras tienen como objetivo principal llegar a cada sector de su área de concesión con energía eléctrica brindando un servicio de calidad y confiable. Es por ello que siempre se parte de una programación y desarrollo de los proyectos de expansión eléctrica en sus redes de distribución en media tensión 13.8/7.97 kV en la provincia de Loja y en la provincia de Zamora y el cantón Gualaquiza a 22/12.7 kV (EERSSA), es por ello que se hace necesaria la construcción de líneas de redes de media tensión (MT) y redes de distribución en baja tensión (BT) para finalmente llegar a la conexión del sistema completo de medición, con el propósito de brindar al usuario final un servicio confiable y de calidad.

La energía eléctrica se produce o es generada por la EERSSA en centrales de diversos tipos: térmica, hidráulica, de energías alternativas.

La electricidad generada es transportada por medio de líneas de Sub transmisión a las subestaciones de la EERSSA es a 138 – 69kV, donde este voltaje se reduce con transformador es de potencia y en sus barras se transforma a nivel de tensión de 22kV y 13.8kV. Desde estos alimentadores primarios se llega a los sistemas de distribución que es la encargada de entregar de la energía eléctrica a los diferentes usuarios y comprende los sub sistemas de distribución primaria y secundaria, las instalaciones de alumbrado público, las conexiones y el punto de entrega a cada usuario. Para esto se hace necesaria la instalación de los transformadores de distribución que pueden ser monofásicos o trifásicos obteniéndose voltajes de 120 Voltios entre Fase y Neutro, 240 entre fases en los sistemas monofásicos de distribución y con los sistemas trifásicos de distribución 127/220 Voltios respectivamente.

Desde las estructuras de baja tensión se llega a cada usuario que puede ser una persona natural o jurídica que está en la posibilidad de hacer uso del suministro de energía eléctrica correspondiente. Para esto se hace necesaria la acometida que sale desde las redes de baja tensión hasta los bornes de entrada de la caja de conexión en donde se encuentran los medidores que sirven para registrar el consumo de energía eléctrica por el usuario, asegurándole un servicio de calidad y confiable.

1.2. OBJETIVOS:

1.2.1 Objetivo General:

Dar a conocer la metodología más idónea para la construcción de acometidas e instalación de medidores del tipo digital.

1.2.2 Objetivos Específicos:

Investigar sobre los diferentes tipos de acometidas realizadas por el personal de la EERSSA para la instalación de medidores.

Que el presente documento sirva como guía práctica para efectuar una correcta instalación de un sistema de medición digital.

Elaborar una memoria fotográfica sobre la construcción de acometida e instalación de medidores digitales.

II. MATERIALES

2.1 MATERIALES:

Los materiales utilizados en las instalaciones de acometidas y medidores digitales son los siguientes:

Cantidad	Descripción
1	Materiales de oficina
1	Computador portátil
1	Cámara fotográfica
1	Casco de protección
1	Chaleco
1	Gafas
1	Guantes
1	Zapatos dieléctricos
1	Orden de trabajo
1	Herramientas de electricista

III. PROCESO METODOLÓGICO EMPLEADO

3.1. PROCESO METODOLÓGICO EMPLEADO

METODOLOGÍA.

Se utilizaron las siguientes fases metodológicas para poder llegar al conocimiento del tema de estudio como son:

- Observación directa
- Análisis del Objeto de estudio
- Síntesis

Cada una de las cuales se aplicaron de la siguiente forma:

Trabajo de Campo.- El trabajo de campo empieza por realizar una inspección para determinar el lugar donde será instalado nuestro servicio eléctrico.

Conexión de la Acometida.- Una vez determinado el lugar donde se instalara el medidor, se conecta la acometida a la red de distribución de baja tensión existente en el lugar.

Instalación del Medidor.- El medidor será instalado en un tablero metálico antihurto si son más de un medidor serán instalados dentro de un tablero de medidores.

El interruptor termo magnético principal será del tipo caja moldeada, al mismo se lo dimensionara de acuerdo a la demanda máxima de la carga eléctrica a servir.

Las barras de los tableros de los medidores serán de cobre, las mismas deberán de soportar 1.5 veces la corriente de la demanda máxima.

Recolección de la Información.- Para recolectar la información se utilizó cámara digital, formularios para realizar una inspección, computador portátil, GPS.

Verificación del servicio.- Una vez que se ha realizado la instalación del medidor se procedió a realizar la medición y verificación de las siguientes magnitudes para verificar un óptimo servicio:

- Voltaje en la salida del break principal (FF 220 V y FN 120 V).
- Dimensionamiento del break principal. (amperios de capacidad).
- Verificar que exista una buena referencia de puesta a tierra (Ω).

TÉCNICAS.

Las técnicas de investigación son los procedimientos e instrumentos que utilizamos para acceder al conocimiento. Para ello se realiza encuestas, entrevistas, observaciones y todo lo que se deriva de ellas que nos permite obtener, organizar, correlacionar,

cuantificar (cantidad) y cualificar (cualidad) los datos que se ha logrado obtener de la realidad.

Se utilizaron los siguientes tipos de técnicas:

- **Técnica de Investigación Documental.-** La investigación documental es la parte esencial de un proceso de investigación científica, que constituye una estrategia donde se observa y reflexiona sistemáticamente sobre realidades (teóricas o no) usando para ello diferentes tipos de documentos. Indaga, interpreta, presenta datos e informaciones sobre un tema determinado de cualquier ciencia, utilizando para ello, una metódica de análisis; teniendo como finalidad obtener resultados que pudiesen ser base para el desarrollo de la creación científica.
- **Técnica de trabajo de campo.-** Es una de las diferentes fases de la investigación. Es el conjunto de acciones para obtener en forma directa datos de las fuentes primarias de información (personas en el lugar y tiempo en que suceden los hechos o acontecimientos de interés para la investigación).

IV. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

4.1. Servicio eléctrico.

El sistema de suministro eléctrico comprende el conjunto de medios y elementos útiles para la generación, el transporte y la distribución de la energía eléctrica. Este conjunto está dotado de mecanismos de control, seguridad y protección.

Constituye un sistema integrado que además de disponer de sistemas de control distribuido, está regulado por un sistema de control centralizado que garantiza una explotación racional de los recursos de generación y una calidad de servicio acorde con la demanda de los usuarios, compensando las posibles incidencias y fallas producidas.

Con este objetivo, tanto la red de transporte como las subestaciones asociadas a ella pueden ser propiedad, en todo o en parte y, en todo caso, estar operadas y gestionadas por un ente independiente de las compañías propietarias de las centrales y de las distribuidoras o comercializadoras de electricidad.

Asimismo, el sistema precisa de una organización económica centralizada para planificar la producción y la remuneración a los distintos agentes del mercado si, como ocurre actualmente en muchos casos, existen múltiples empresas participando en las actividades de generación, distribución y comercialización.

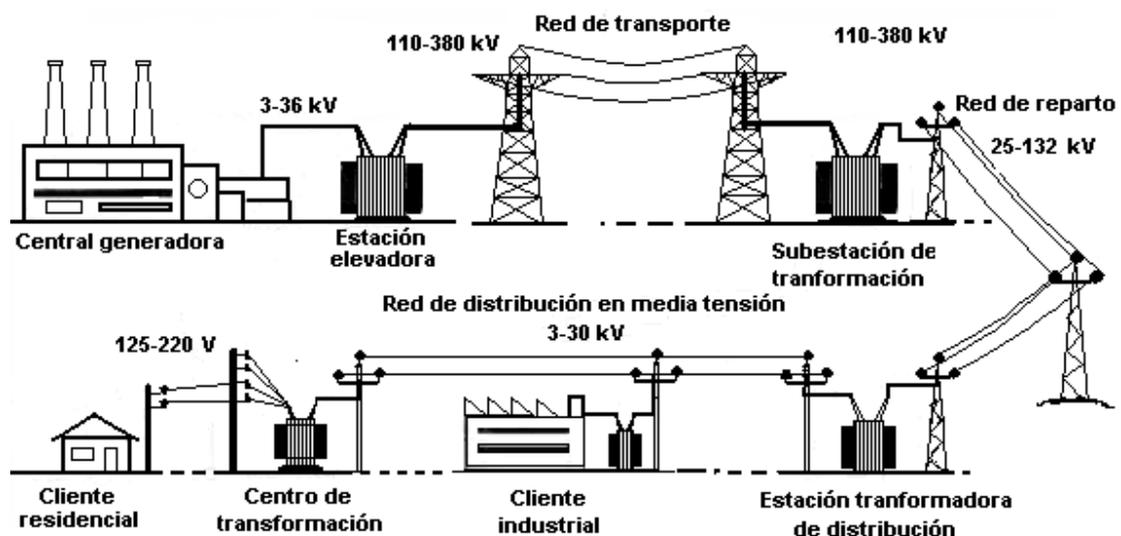


Figura 1: Diagrama esquematizado del Sistema de suministro eléctrico

Fuente: Wikipedia Media

4.1.1. Generación.

La energía eléctrica se genera en las centrales eléctricas. Una central eléctrica es una instalación que utiliza una fuente de energía primaria para hacer girar una turbina que, a su vez, hace girar un alternador, generando así electricidad.

El hecho de que la electricidad, a nivel industrial, no pueda ser almacenada y deba consumirse en el momento en que se produce, obliga a disponer de capacidades de producción con potencias elevadas para hacer frente a las puntas de consumo con flexibilidad de funcionamiento para adaptarse a la demanda.

4.1.2. Transporte.

La red de transporte es la encargada de enlazar las centrales con los puntos de utilización de energía eléctrica.

Para un uso racional de la electricidad es necesario que las líneas de transporte estén interconectadas entre sí con estructura de forma mallada, de manera que puedan transportar electricidad entre puntos muy alejados, en cualquier sentido y con las menores pérdidas posibles.

4.1.3. Subestaciones.

Las instalaciones llamadas subestaciones son plantas transformadoras que se encuentran junto a las centrales generadoras y en la periferia de las diversas zonas de consumo, enlazadas entre ellas por la Red de Transporte. En estas últimas se reduce la tensión de la electricidad de la tensión de transporte a la de distribución.

4.1.4. Distribución.

Desde las subestaciones ubicadas cerca de las áreas de consumo, el servicio eléctrico es responsabilidad de la compañía suministradora (distribuidora), que ha de construir y mantener las líneas necesarias para llegar a los clientes. Estas líneas, realizadas a distintas tensiones, y las instalaciones en que se reduce la tensión hasta los valores utilizables por los usuarios, constituyen la red de distribución. Las líneas de la red de distribución pueden ser aéreas o subterráneas.

4.1.5. Centros de Transformación.

Los Centros de Transformación, dotados de transformadores o autotransformadores alimentados por las líneas de distribución en Media Tensión, son los encargados de realizar la última transformación, efectuando el paso de las tensiones de distribución a la Tensión de utilización.

4.1.6. Tipos de Servicio.

Se destacan los siguientes:

Monofásico a dos hilos: Suministro de energía eléctrica mediante dos conductores, un activo (fase) y un neutro. Tensión nominal de 120, 121 o 127 voltios.

- **Monofásico a tres hilos:** Suministro de energía eléctrica desde un transformador monofásico, empleando tres conductores, dos activos (fases) y un neutro (derivado del centro del bobinado secundario del transformador). Tensión nominal 120/240 voltios.
- **Doble monofásico:** Suministro de energía eléctrica desde un transformador trifásico o un banco de tres transformadores monofásicos conectados.
- **Trifásico a cuatro hilos delta:** Suministro de energía eléctrica desde un banco de dos o tres transformadores monofásicos conectados en triángulo o delta en el lado secundario, empleando cuatro conductores, tres activos y un neutro, este último derivado del centro del bobinado secundario de uno de los tres transformadores, con la restricción de que uno de los conductores activos no podrá ser utilizado para servicio monofásico. Tensión nominal 120/240 voltios.
- **Trifásico a cuatro hilos estrella:** Suministro de energía eléctrica desde un transformador trifásico o un banco de tres transformadores monofásicos conectados en estrella en el lado secundario, empleando cuatro conductores, tres activos y un neutro. Tensión nominal 120/208, 121/210 o 127/220 voltios.

4.2. Componentes para la instalación de un medidor de energía.

El punto que une las redes de distribución con las instalaciones interiores de los clientes se denomina Instalación de Enlace y está compuesta por:

- Acometida eléctrica.
- Medidor o Contador de energía
- Protección Principal
- Instalaciones o acometidas internas.

4.2.1. Acometida Eléctrica.

Se entiende por acometida, la parte de la instalación eléctrica que se construye desde las redes públicas de distribución hasta el medidor instalado en las instalaciones del usuario según normas establecidas en el Código Eléctrico Americano, Código Eléctrico Nacional CPE INEN-19 y Regulación 002/10.

4.2.2. Tipos de Acometidas según Código Eléctrico Nacional.

- **Aéreas:** Desde redes aéreas de baja tensión la acometida podrá ser aérea para cargas instaladas iguales o menores a 35 Kw.

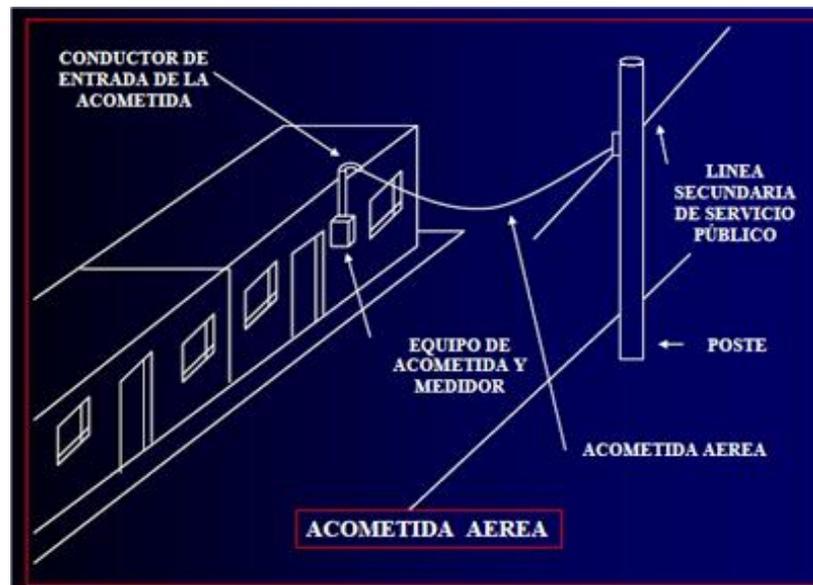


Figura 2: Acometida eléctrica aérea.

Fuente: <http://electricidadgallardo1.blogspot.com/p/tipo-de-conexiones-eectricas.html>

- **Subterráneas:** Desde redes subterráneas de baja tensión, la acometida siempre será subterránea. Para cargas mayores a 35 Kw. y menores a 225 Kw desde redes aéreas, la acometida siempre será subterránea.

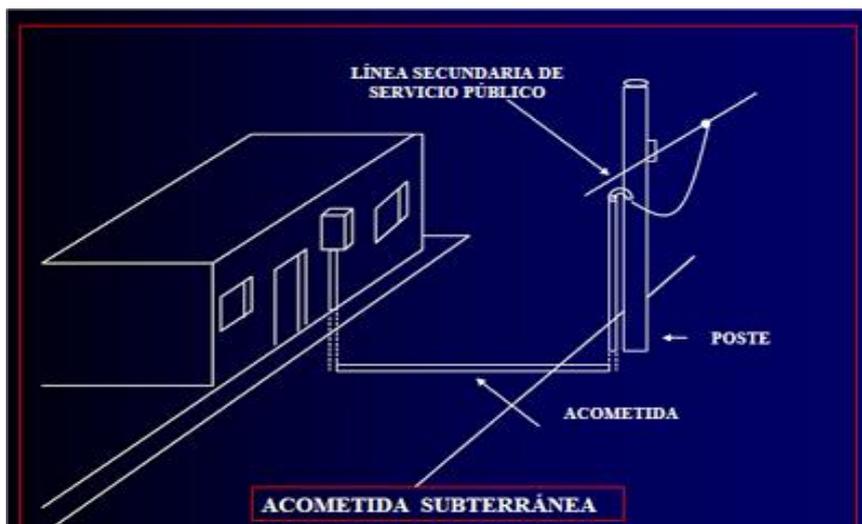


Figura 3: Acometida eléctrica subterránea.

Fuente: <http://electricidadgallardo1.blogspot.com/p/tipo-de-conexiones-ecctricas.html>

- **Especiales:** Se consideran especiales las acometidas a servicios temporales y provisionales de obra.

4.2.3. Tipos de acometidas según su nivel de tensión.

- **Bajo voltaje:** inferior a 0,6 kV,
- **Medio voltaje:** entre 0,6 y 40 kV.
- **Alto voltaje:** mayor a 40 kV.

4.2.3. Tipos de conductores de las acometidas.

Para la instalación de acometidas se utilizarán conductores múltiplex, conformados por conductores de aluminio 5005 con aislamiento TW para las fases y desnudo ASC para el neutro; siendo los calibres recomendados los siguientes:

Servicio monofásico dos hilos:	Dúplex 2x4 AWG, ASC Dúplex 2x6 AWG, ASC
Servicio monofásico tres hilos y doble monofásico:	Triplex 3x6 AWG, ASC Triplex 3x4 AWG, ASC
Servicio trifásico cuatro hilos:	Cuádruplex 4x4 AWG, ASC Cuádruplex 4x6 AWG, ASC

El calibre a utilizarse estará de acuerdo al diseño aprobado por la EERSSA en el proyecto respectivo.

4.2.4. Número de acometidas.

En los inmuebles, cualquiera sea su requerimiento en cuanto a número de medidores, carga instalada, etc., se instalará una sola acometida con conductores de calibre adecuado para el servicio solicitado.

En los inmuebles, cualquiera sea su requerimiento en cuanto a número de medidores, carga instalada, etc., se instalará una sola acometida con conductores de calibre adecuado para el servicio solicitado.

Altura mínima de instalación de acometidas

Con respecto a:

- Caminos peatonales: 3 m
- Caminos transitados por vehículos livianos: 5 m
- Caminos transitados por vehículos pesados: 6 m

Para el cumplimiento de este requerimiento, en inmuebles con retiro frontal en zonas urbanas, se empotrará un tubo EMT de 1 ¼ de diámetro y 3 metros de longitud en el cerramiento, con codo reversible en el extremo superior para evitar el paso del agua hacia el medidor. En inmuebles rurales con estructura débil se colocará un poste, preferentemente metálico, junto a ésta para la sujeción de la acometida.

Cuando la fachada del inmueble se halle retirada de la línea de fábrica, se empleará una columna o pilar de acometida, construida de hormigón armado, cuyo destino exclusivamente será para soportar la acometida y el tablero metálico para el medidor, e irá ubicada en la línea de fábrica.

Calibre AWG ó MCM	Sección mm ²	FORMACION	ESPEJOR AISLAMIENTO mm	DIAMETRO EXTERIOR mm	PESO TOTAL Kg/Km	Cap. de Corr.	TIPO CABLE	Altern. de embal.
		No. de Hilos por diámetro en mm.				Para un cable al aire libre Amp.		
2 x 6	13.31	7 x 1,55	1.14	11.58	102.20	70	Duplex	A,Z
2 x 4	21.15	7 x 1,96	1.14	14.04	152.70	90	Duplex	A,Z
2 x 2	33.62	7 x 2,47	1.14	17.10	236.20	125	Duplex	A,Z
2 x 1/0	53.49	7 x 3,12	1.52	21.76	378.90	170	Duplex	A,Z
2 x 2/0	67.43	7 x 3,50	1.52	24.04	481.20	200	Duplex	A,Z
3 x 6	13.31	7 x 1,55	1.14	12.67	167.30	60	Triplex	A,Z
3 x 4	21.15	7 x 1,96	1.14	15.29	249.60	80	Triplex	A,Z
2x2 + 1x4	33.62	7x2,47+7x1,96	1.14	17.90	345.10	110	Triplex	A,Z
3 x 2	33.62	7 x 2,47	1.14	18.60	379.60	110	Triplex	A,Z
2x1/0 + 1x2	53.49	7x3,12+7x2,47	1.52	23.10	555.60	150	Triplex	A,Z
3 x 1/0	53.49	7 x 3,12	1.52	23.80	610.30	150	Triplex	A,Z
2x2/0 + 1x1/0	67.43	7x3,50+7x3,12	1.52	25.90	739.30	175	Triplex	A,Z
3 x 2/0	67.43	7 x 3,50	1.52	26.70	777.80	175	Triplex	A,Z
4 x 6	13.31	7 x 1,55	1.14	14.56	232.40	55	Cuadriplex	A,Z
4 x 4	21.15	7 x 1,96	1.14	17.32	345.30	75	Cuadriplex	A,Z
3x2 + 1x4	33.62	7x2,47+7x1,96	1.14	20.40	488.60	105	Cuadriplex	A,Z
4 x 2	33.62	7 x 2,47	1.14	21.10	523.10	105	Cuadriplex	A,Z
3x1/0 + 1x2	53.49	7x3,12+7x2,47	1.52	26.30	786.90	140	Cuadriplex	A,Z
4 x 1/0	53.49	7 x 3,12	1.52	27.12	841.60	140	Cuadriplex	A,Z
3x2/0 + 1x1/0	67.43	7x3,50+7x3,12	1.52	29.20	1036.10	165	Cuadriplex	A,Z
4 x 2/0	67.43	7 x 3,50	1.52	30.14	1074.60	165	Cuadriplex	A,Z

Tabla 1. Selección de calibre de acometidas.

Fuente: Autor

4.3. Medidores de energía.

El medidor eléctrico o medidor de consumo es un dispositivo que mide el consumo de energía de un circuito eléctrico o un servicio eléctrico. Existen medidores electromecánicos y electrónicos.

4.3.1. Medición eléctrica.

Es la técnica para determinar el consumo de energía eléctrica en un circuito o servicio eléctrico. La medición eléctrica es una tarea del proceso de distribución eléctrica y permite calcular el costo de la energía consumida con fines domésticos y comerciales.

La medición eléctrica comercial se lleva a cabo mediante el uso de un medidor de consumo eléctrico o contador eléctrico. Los parámetros que se miden en una instalación generalmente son el consumo en kW/h, la demanda base, la demanda intermedia, la demanda pico, el factor de potencia y en casos especiales la aportación de ruido eléctrico o componentes armónicos a la red de la instalación o servicio medido.

La tecnología utilizada en el proceso de medición eléctrica debe permitir determinar el costo de la energía que el usuario consume de acuerdo a las políticas de precio de la empresa distribuidora de energía, considerando que la energía eléctrica tiene costos de producción diferentes dependiendo de la región, época del año, horario del consumo y hábitos y necesidades del usuario.

4.3.2. Medición directa.

Es aquella que se realiza sin transformador de medida y su uso es generalizado para trabajar con corrientes nominales del orden de: 10, 15, 30 y 50 amperios, y soportar sobrecargas de hasta el 400% y tensiones fase-neutro: 120, 121 y 127 voltios, y fase-fase 208, 210 y 220 voltios.

La medición electrónica se empleará en todo nuevo servicio, sin distinción, y gradualmente se irá cambiando a aquellos medidores que cumplieron su vida útil o por su destrucción.

- **Medidor monofásico a dos hilos:** Es utilizado para medir el consumo de energía eléctrica entre fase-neutro de cualquier tipo de servicio, esto es: monofásico a dos hilos, monofásico a tres hilos o trifásico.

- **Medidor doble monofásico:** Es utilizado para medir el consumo de energía eléctrica entre fases y fase-neutro, en servicios: monofásico a tres hilos o trifásico.
- **Medidor trifásico a cuatro hilos:** Se lo utiliza para medir el consumo de energía eléctrica en servicios trifásicos a cuatro hilos delta se tienen dos alternativas: con un medidor de tres elementos motores con una bobina de corriente y una bobina de potencial a 208, 210 o 220 voltios fase-neutro por cada elemento y con un medidor de dos elementos motores, donde el uno está conformado por dos bobinas de corriente y una de potencial a 208, 210 o 220 voltios fase-neutro; y el otro, por una bobina de corriente y una bobina de potencial a 208, 210 o 220 voltios fase-neutro y al cual se conectará la fase de mayor diferencia de potencial con respecto al neutro.
- **Medidor trifásico a tres hilos:** Es utilizado únicamente para medir el consumo de energía eléctrica en servicios trifásicos en sistemas estrella o delta equilibrados, es decir, para medir el consumo de energía eléctrica de aquellos clientes que cuentan tan solo con equipos eléctricos trifásicos.

4.3.3. Medición indirecta en baja tensión.

Este tipo de medición hace posible el registro de consumo de energía eléctrica de los grandes clientes, con centros de transformación inferiores o iguales a los 300 kVA, mediante el uso de TRANSFORMADORES DE CORRIENTE (TC).

4.3.4. Medición indirecta en media tensión.

Este tipo de medición permite el registro del consumo de energía eléctrica de los grandes clientes, con centros de transformación superiores a los 300 kVA, mediante el uso en conjunto de los dos tipos de transformadores de medida.

Los transformadores de corriente (TC) para media tensión, disponen de dos terminales primarios que se conectan en serie con la carga del cliente y dos terminales secundarios que se conectan en serie con las bobinas de corriente de los medidores.

Los transformadores de potencial (TP), cuya función es la de aislar eléctricamente el circuito de media tensión del circuito de medición y que la medición de energía se pueda efectuar por medio de instrumentos de baja tensión. Los TP reducen la tensión a valores de 110 – 115 – 120 V.

El factor de multiplicación de la lectura, a informar para fines de facturación, es igual al producto de los cocientes de las relaciones de transformación de los TC y TP, por

ejemplo si el TC es de relación 100/5 y el TP es de relación 8400/120, el factor de multiplicación a informar es: $20 \times 70 = 1400$.

Los medidores usados por la EERSSA para medición indirecta en media tensión son electrónicos, clase 1 y son capaces de soportar corrientes nominales (I_n) del orden de 5 amperios y sobrecargas de hasta el 400% y tensiones en el rango 57.7 – 240 ó 120 – 480 V.

4.3.5. Tipos de medidores utilizados en nuestra ciudad y sus diagramas de conexión.

- Medición directa.

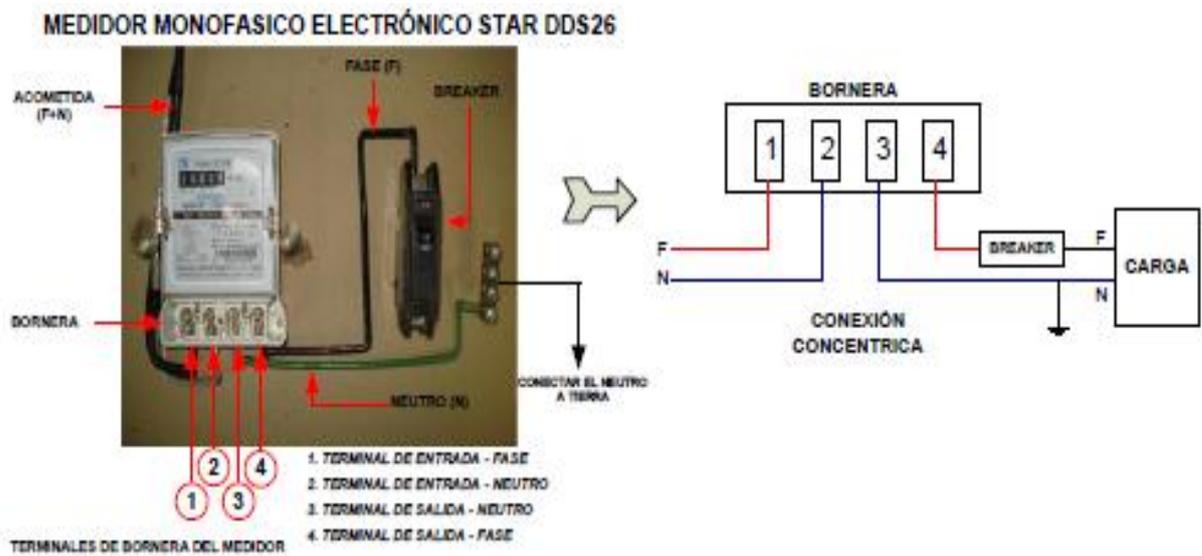


Figura 4: Medidor monofásico electrónico.

Fuente: Laboratorio de la EERSSA

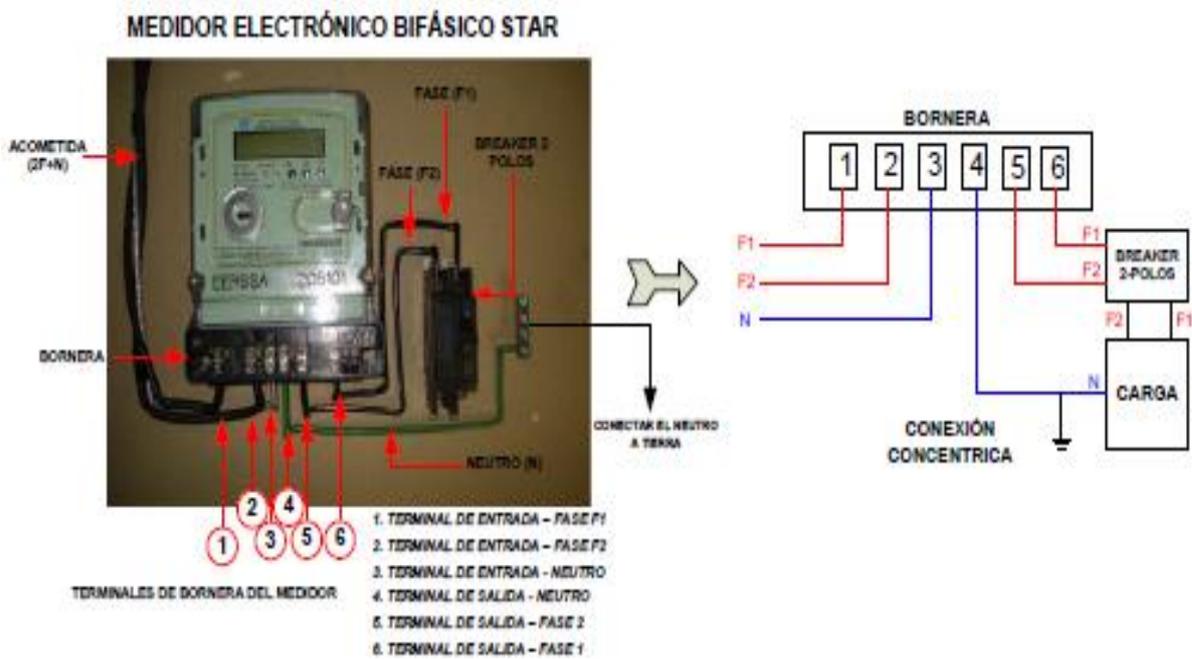


Figura 5: Medidor bifásico electrónico.

Fuente: Laboratorio de la EERSSA

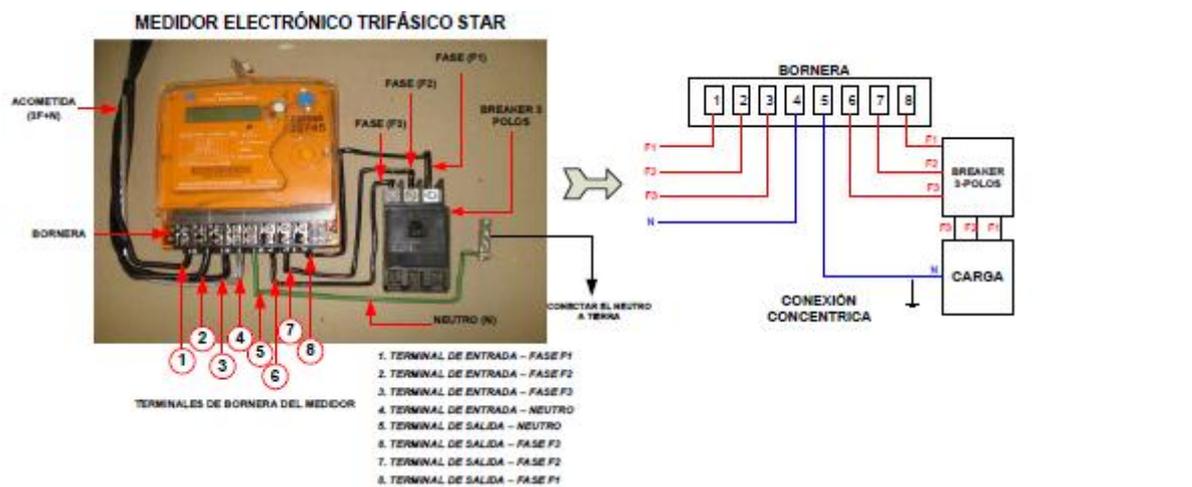


Figura 6: Medidor trifásico electrónico.

Fuente: Laboratorio de la EERSSA

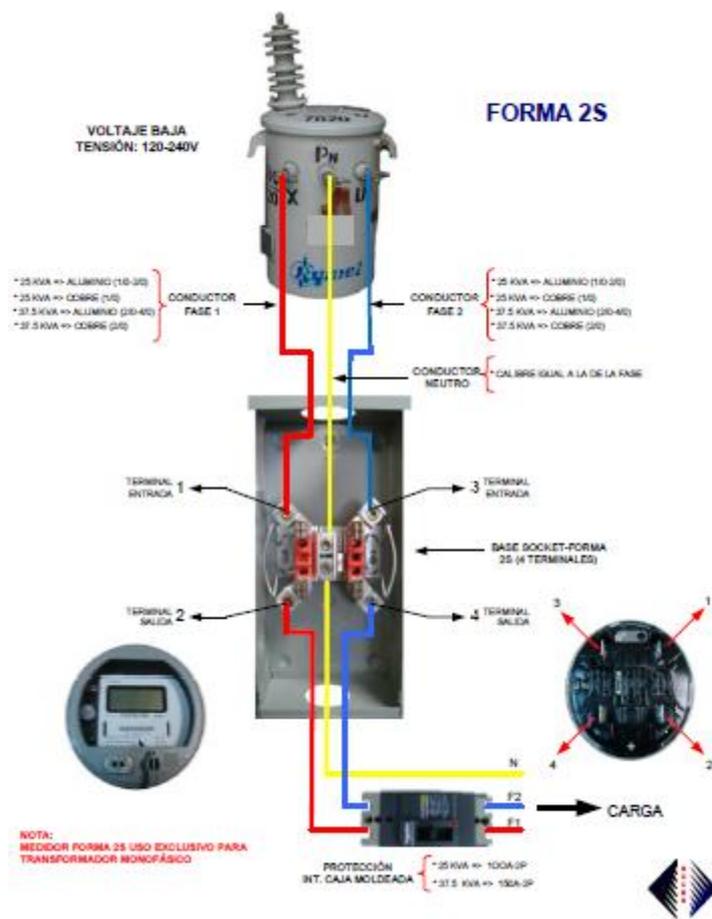


Figura 7: Medición especial directa monofásica forma 2S.
Fuente: Laboratorio de la EERSSA



MEDICIÓN ESPECIAL DIRECTA MONOFÁSICA

POTENCIA NOMINAL DEL TRANSFORMADOR: { * 25 KVA
* 37.5 KVA

FORMA 12S

VOLTAJE BAJA
TENSIÓN: 120-240V

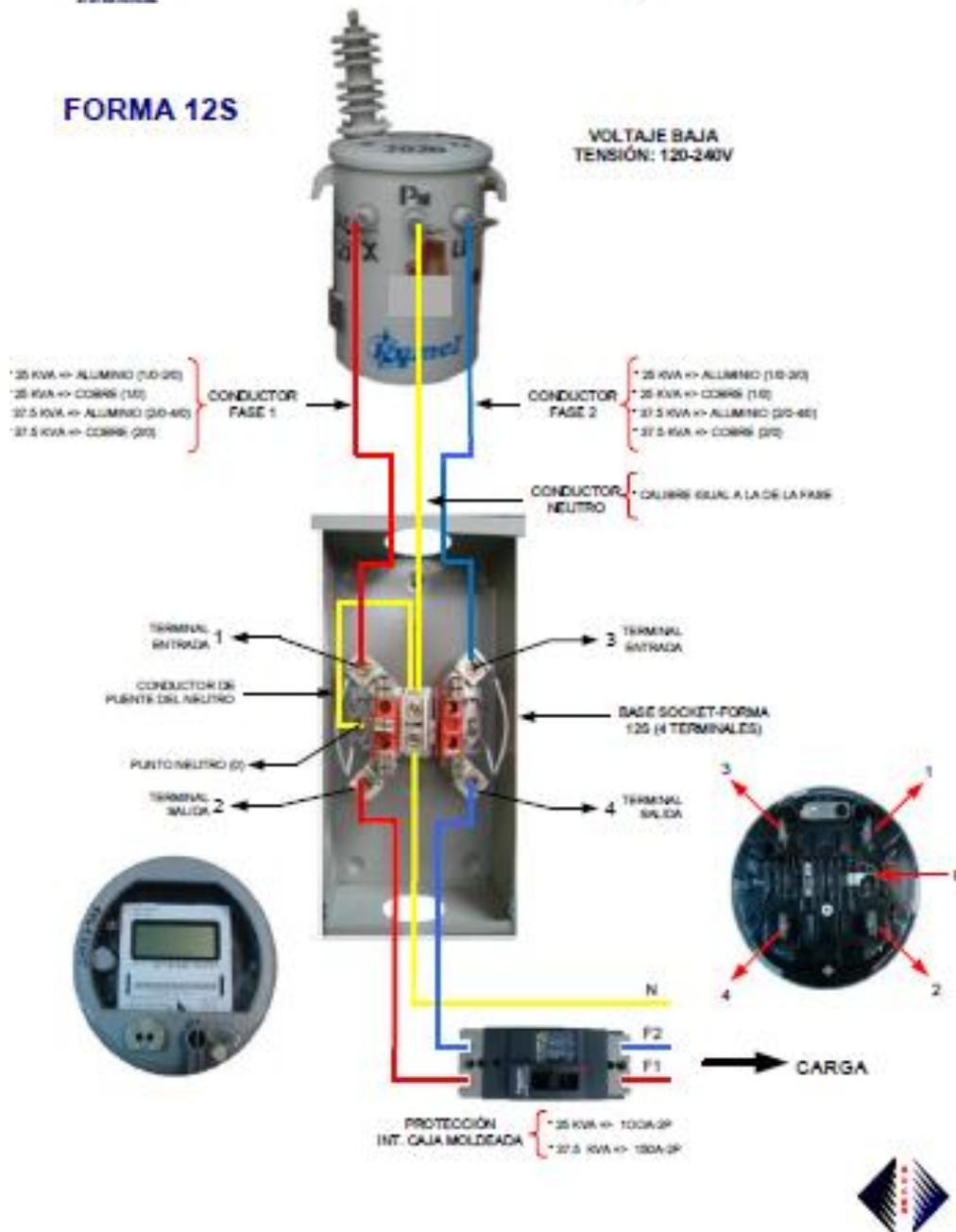


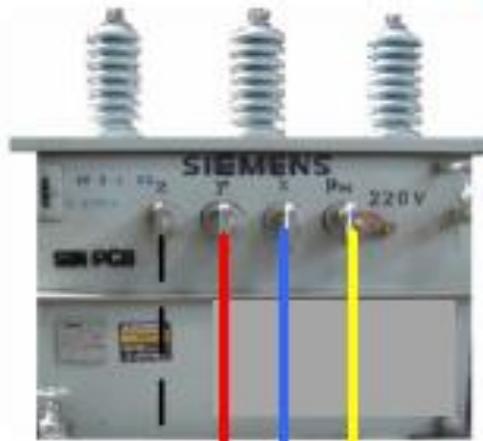
Figura 8: Medición especial directa monofásica forma 12S.

Fuente: Laboratorio de la EERSSA



MEDICIÓN ESPECIAL DIRECTA BIFÁSICA (EN SISTEMA TRIFÁSICO)

POTENCIA NOMINAL DEL TRANSFORMADOR: } * 50 KVA



VOLTAJE BAJA TENSIÓN:
120-208V
127-220V

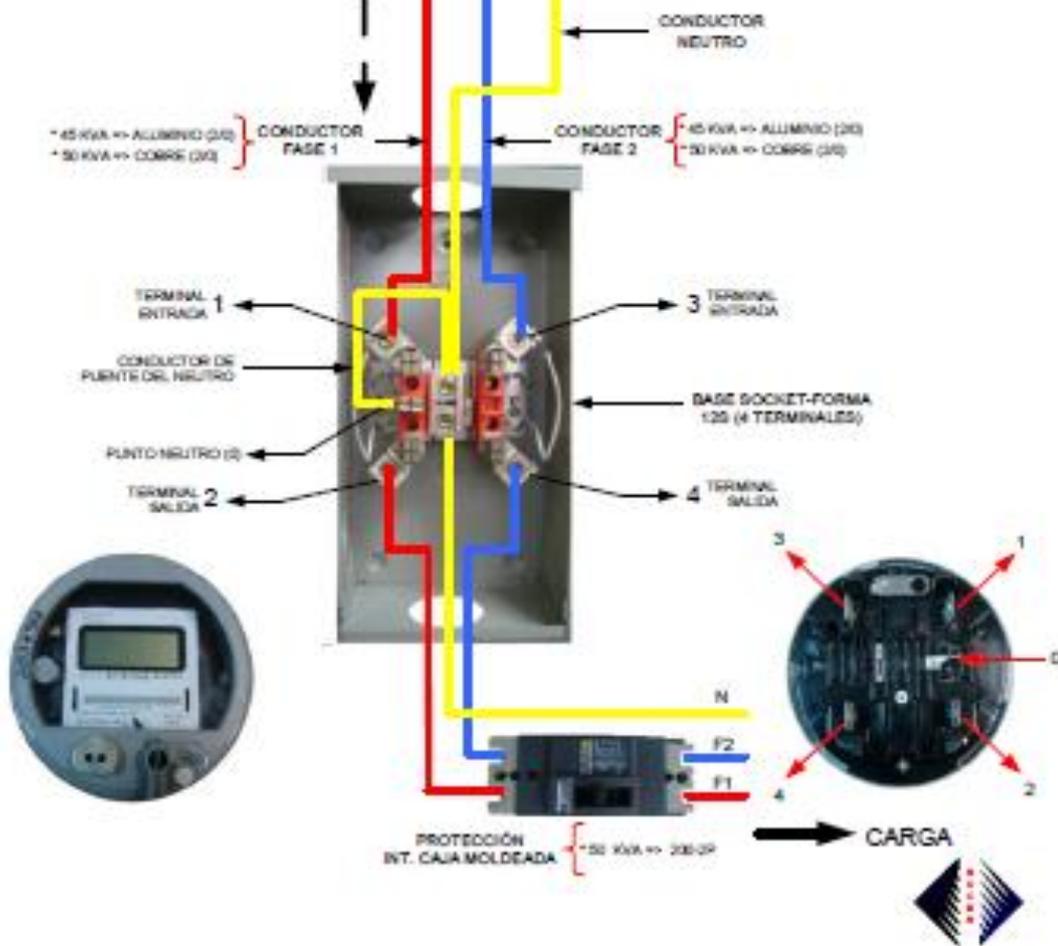


Figura 9: Medición especial directa trifásica forma 12S.

Fuente: Laboratorio de la EERSSA



MEDICIÓN ESPECIAL DIRECTA TRIFÁSICA

POTENCIA NOMINAL DEL TRANSFORMADOR: $\left\{ \begin{array}{l} * 45 \text{ KVA} \\ * 50 \text{ KVA} \end{array} \right.$

FORMA 16S

VOLTAJE BAJA TENSIÓN:
120-208V
127-220V

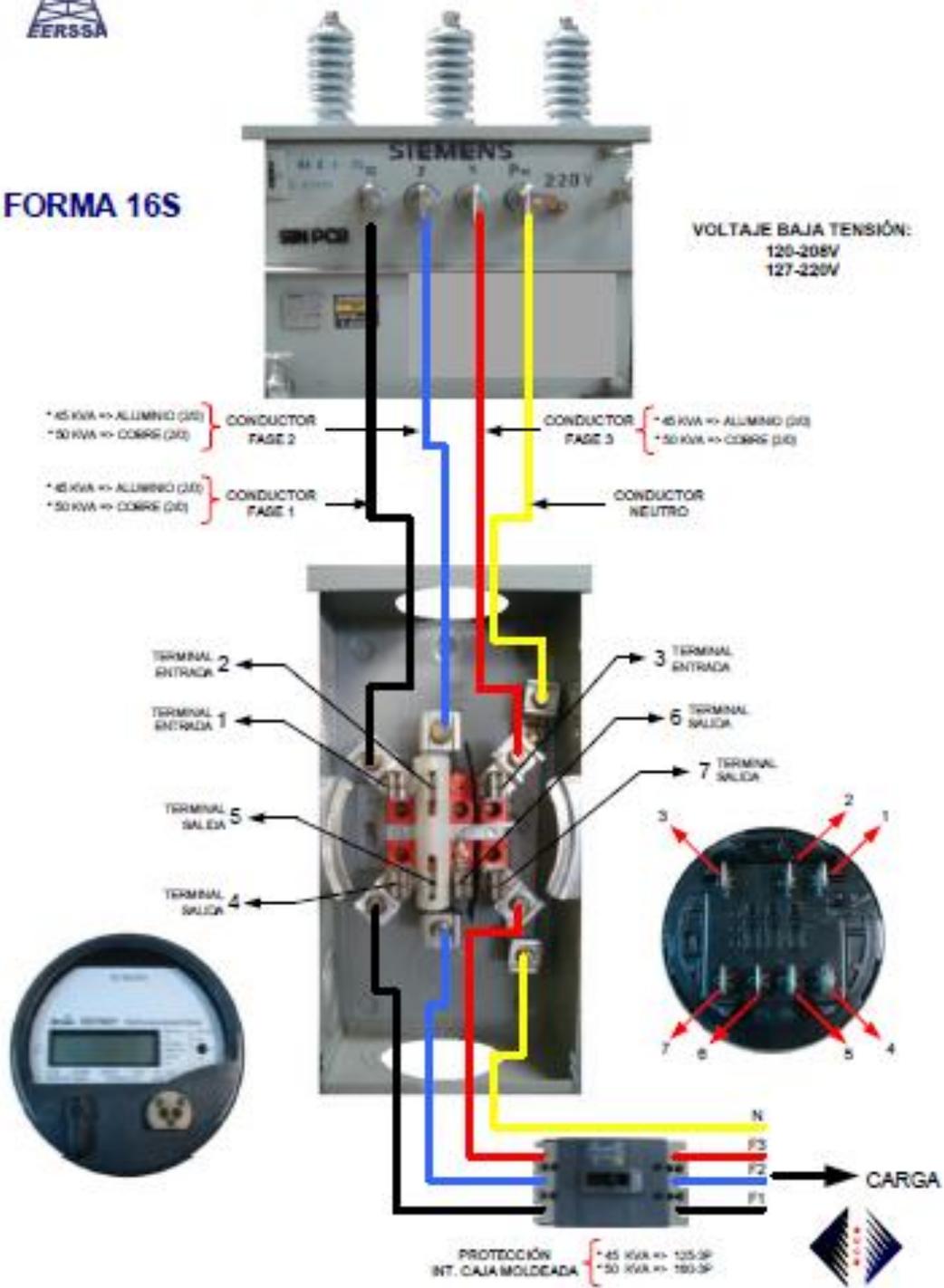


Figura 10: Medición especial directa trifásica forma 16S.

Fuente: Laboratorio de la EERSSA

- Medición semi-indirecta.

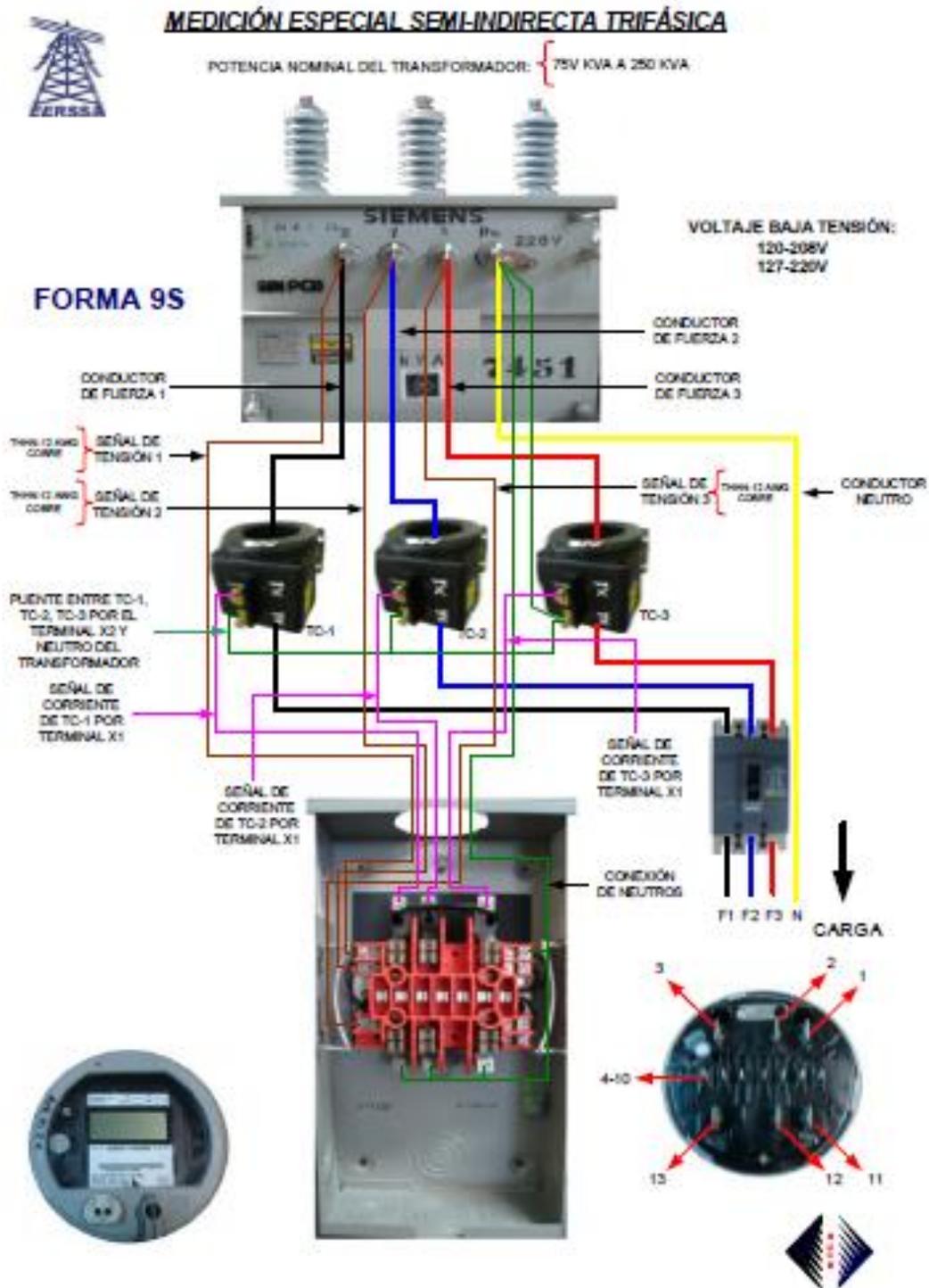


Figura 11: Medición especial semi-indirecta trifásica forma 9S.

Fuente: Laboratorio de la EERSSA



MEDICIÓN ESPECIAL SEMI-INDIRECTA MONOFÁSICA

POTENCIA NOMINAL DEL TRANSFORMADOR: $\left\{ \begin{array}{l} * 50 \text{ KVA} \\ * 75 \text{ KVA} \end{array} \right.$

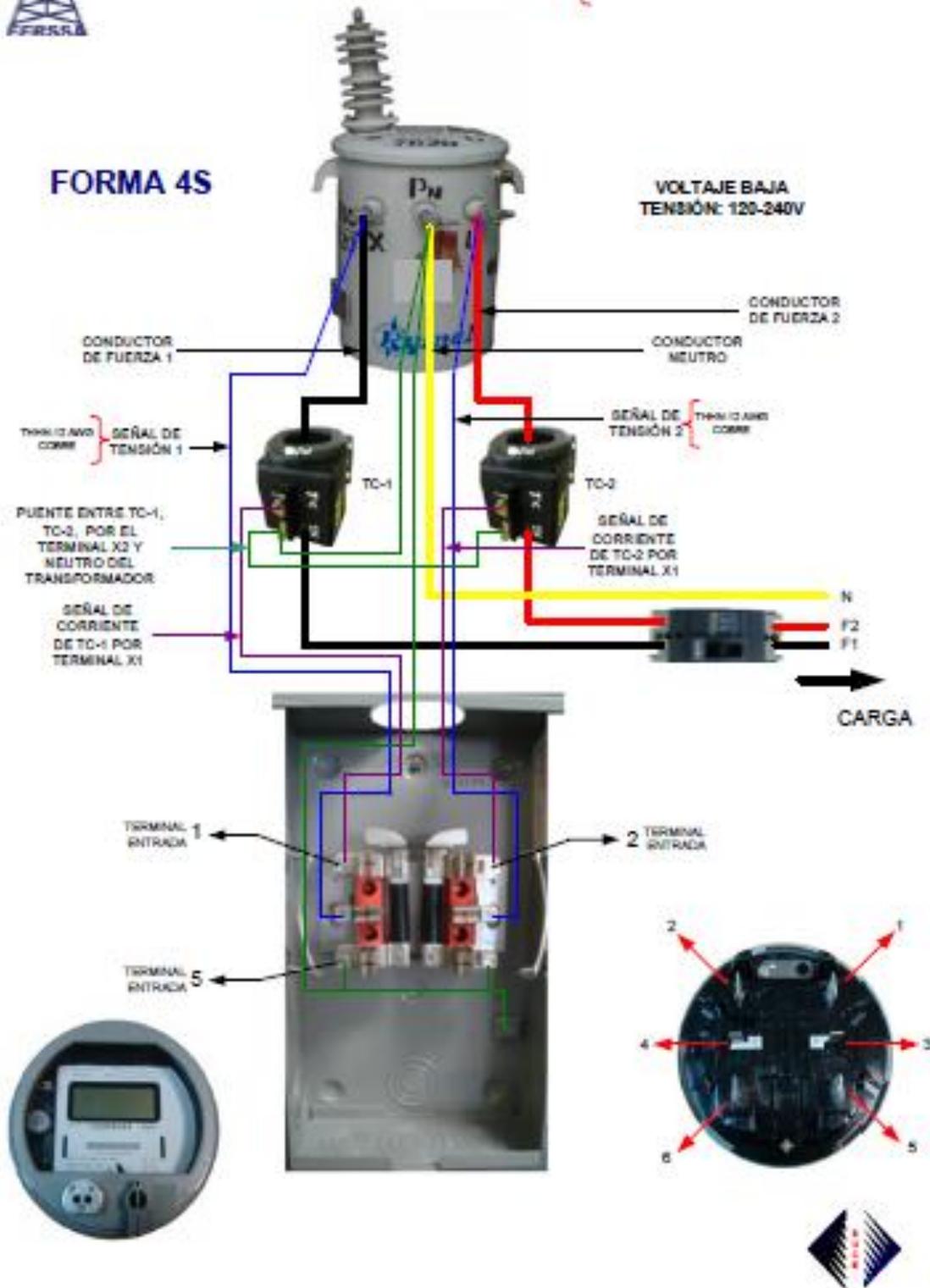


Figura 12: Medición especial semi-indirecta monofásica.

Fuente: Laboratorio de la EERSSA

4.4. Interruptor Automático o Breaker.

Es un dispositivo eléctrico que se conecta en serie entre el medidor y la instalación interna del cliente y sirve para cortar el flujo de corriente o la desconexión automática en caso de sobrecarga o cortocircuito en dicha instalación.



Figura 13: Breaker caja moldeada.

Fuente: Laboratorio de la EERSSA

4.4.1. Interruptores individuales.- Dispondrá de un neutro general consistente en una barra de cobre, conectada a la estructura del tablero y a la puesta a tierra a través de un conductor de cobre No. 4 AWG.

Los interruptores individuales serán de tipo sobrepuestos, para 120 y 240 voltios, dependerá de la carga a instalarse.

4.5. Puesta a tierra.

Todo tablero deberá estar siempre conectado a tierra conjuntamente con la barra de neutros, para lo cual se utilizará una varilla de cobre de 5/8 de diámetro y 1,20 a 1,80 metros de longitud con sus respectivos conectores y conductor de cobre No.6 AWG.



Figura 14: Puesta a tierra residencial.

4.6. Disposición de los medidores en un tablero.

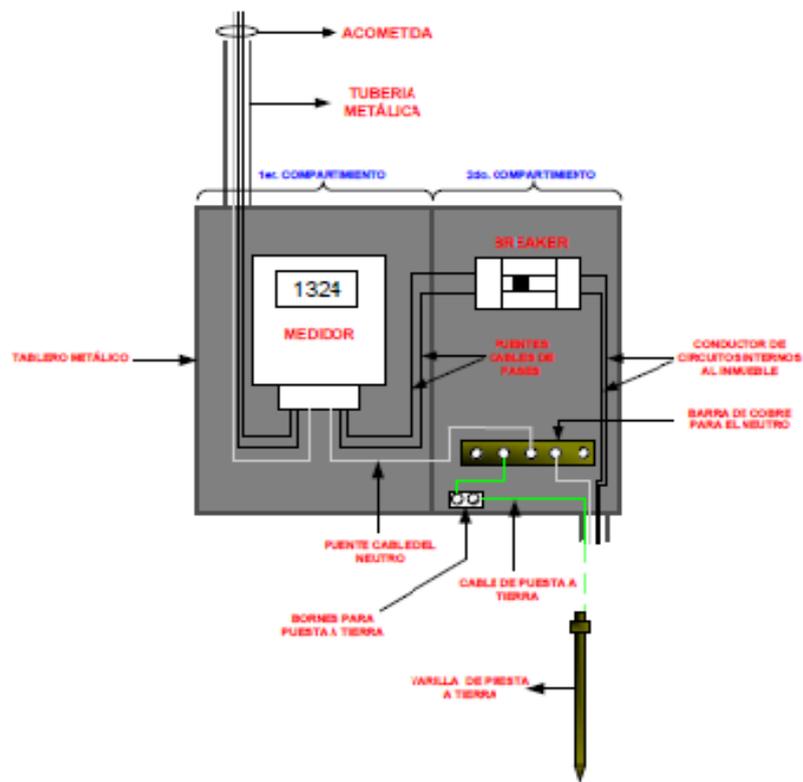


Figura 15: Tablero para un medidor.
Fuente: Laboratorio de la EERSSA

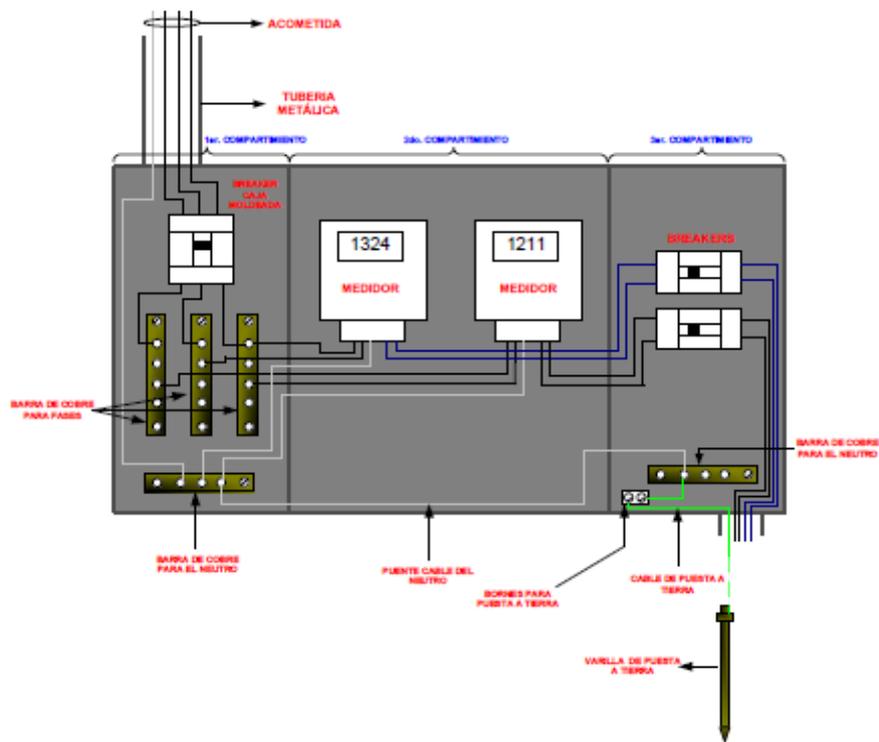


Figura 16: Tablero para dos medidores.

Fuente: Laboratorio de la EERSSA

Consideraciones:

- El cable de acometida puede ser aérea o subterránea.
- El cable de acometida puede ser de aluminio (aérea) o cobre (subterránea).
- Los puentes de los cables de fases y neutro deben ser de cobre.
- El calibre de los puentes de los cables de fase y el neutro deben ser iguales.
- La capacidad de amperaje del breaker principal no debe exceder la capacidad de amperaje de los puentes de los cables de fases.
- La capacidad de amperaje del breaker principal no debe exceder la capacidad de amperaje del medidor instalado (esto se lo observa en la placa de datos del medidor).
- Debe existir siempre una unión eléctrica entre la barra de cobre del neutro y el borne de puesta a tierra, a fin de tener un mismo nivel de referencia y evitar que se presenten variaciones de voltaje.
- Siempre debe existir una puesta a tierra, esto es conductor de puesta a tierra y varilla de puesta a tierra.
- El calibre mínimo del cable de puesta a tierra debe ser de 10 AWG y de cobre.
- Todas las instalaciones eléctricas en el interior del tablero deben quedar ajustadas y así evitar malos contactos.

- Siempre se debe verificar que las mediciones de voltaje estén dentro de los valores permitidos de calidad de energía.

4.7. Procedimientos para una segura y correcta construcción de acometidas e instalación medidores digitales.

- Asegure el medidor o tablero de medidores en un sitio accesible y fácil de lecturas.



Figura 17: Fijación de medidor al tablero.
Fuente: Personal técnico de la EERSSA

- Fijación del breaker de seccionamiento o breaker principal.



Figura 18: Fijación del breaker.
Fuente: Personal técnico de la EERSSA

- Conecte la acometida a los bornes del medidor o interruptor principal del tablero o a las barras de alimentación en caso de ser más de un medidor y proceda a su tendido, respetando las distancias recomendadas mínimas al suelo.



Figura 19: Alimentación del breaker principal.
Fuente: Personal técnico de la EERSSA



Figura 20: Alimentación de las barras de alimentación.

Fuente: Personal técnico de la EERSSA

- Alimentación o conexión del o los medidores.



Figura 21: Alimentación de los medidores.

Fuente: Personal técnico de la EERSSA

- Instalación de la puesta a tierra.

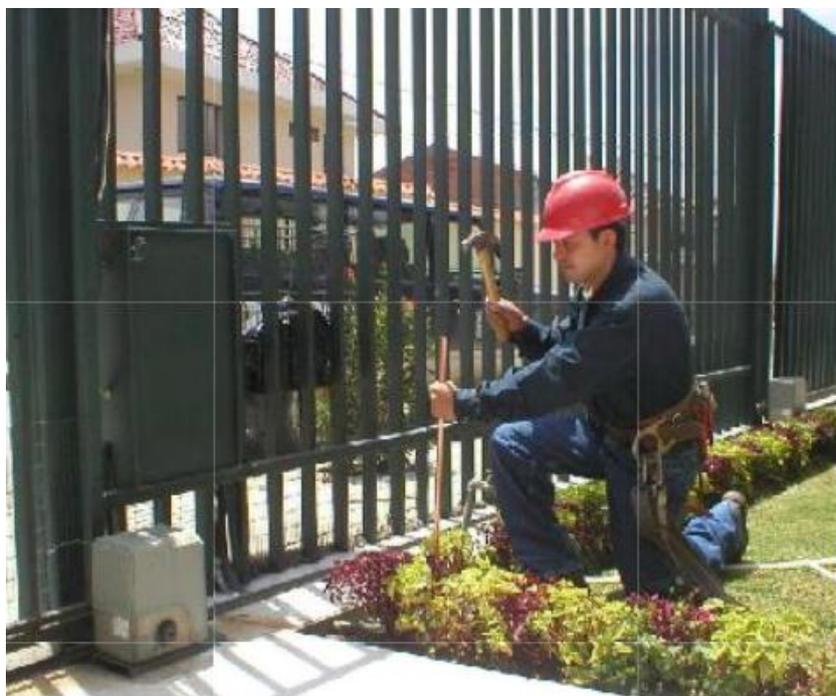


Figura 22: Instalación de puesta a tierra.
Fuente: Personal técnico de la EERSSA

- Fijación de la acometida y tendido dela acometida.

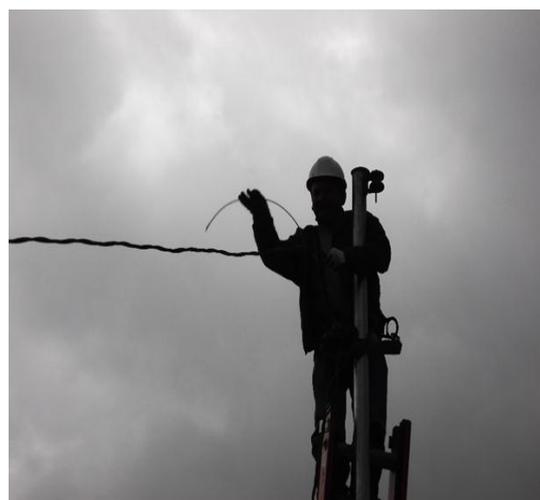


Figura 23: Fijación y tendido de acometida.
Fuente: Personal técnico de la EERSSA

- Conectar de la acometida a la red distribución.



Figura 24: Conexión de la acometida a la red de distribución.
Fuente: Personal técnico de la EERSSA

- Mida voltajes entre fases y fase-neutro, deje el breaker desconectado e informe al cliente.



Figura 25: Verificación de voltajes.
Fuente: Personal técnico de la EERSSA

- Por último dejar sellando el tablero del medidor o medidores.



Figura 26: Colocación de sellos de máxima seguridad.

Fuente: Personal técnico de la EERSSA

4.8. Procedimiento de desconexión.

- Desconexión de sistemas de medición directa, sin retiro del medidor
- Desconecte el interruptor automático para cortar la carga del cliente.
- Rompa los sellos de seguridad y retire la tapa de la bornera.
- Retire los conductores de los terminales de salida de la bornera del medidor. Por seguridad, señale el conductor correspondiente al neutro y si se trata de un sistema trifásico delta, también señale el conductor que estuvo conectado a la fase de mayor diferencia de potencial con respecto al neutro (comúnmente conocida como fase prohibida).
- Finalmente, coloque la tapa de la bornera y proceda al sellado correspondiente.

4.9. Herramientas, materiales y equipos de protección personal para la instalación y desconexión de sistemas de medición.

Herramientas.- Las herramientas lo que deben contar el personal encargado de realizar instalaciones o desconexiones de sistemas de medición son las siguientes:

- Cortafrío
- Destornillador estrella imantado
- Destornillador plano imantado
- Alicates con entorchador
- Taladro inalámbrico

- Multímetro de gancho
- Navaja
- Martillo
- Llave perica
- Juego de brocas
- Escaleras

Materiales.- Los materiales que usan comúnmente para la instalación y desconexiones de sistemas de medición, excluyendo lo que corresponde al conductor de acometida y breakers son los siguientes:

- Conector ranura paralela de 8-2/0 AWG
- Conector perno hendido de 8-2/0 AWG
- Pinza plástica para acometida
- Tornillos tripa de pato con taco fisher
- Cinta aislante para 600 V
- Conductor para puentes de armado de medidor (fases, neutro)
- Sellos de seguridad para instalación y desconexión
- Caja metálica para medidor (cuando es un solo medidor)

Equipos de protección personal (EPP).- El equipo de protección personal mínimo y obligatorio que se debe utilizar en la instalación y desconexión de un sistema de medición es el siguiente:

- Casco dieléctrico
- Gafas
- Guantes de baja tensión (mínimo 600 V)
- Zapatos dieléctricos
- Cinturón y arnés de seguridad
- Chaleco refractivo
- Ropa adecuada de trabajo

Además tener siempre presente las cinco reglas de oro antes de ejecutar un trabajo con electricidad.

- ✓ Desconectar, corte visible o efectivo.
- ✓ Enclavamiento, bloqueo y señalización.
- ✓ Comprobación de ausencia de tensión.
- ✓ Puesta a tierra y cortocircuito.
- ✓ Señalización de la zona de trabajo.

V. CONCLUSIONES

5.1 CONCLUSIONES:

- ✓ Por medio del presente informe técnico se da a conocer la forma correcta de instalar un medidor digital en base a las normas y parámetros técnicos exigidos por parte de la EERSSA.
- ✓ Se elaboró una memoria fotográfica donde se indica paso a paso la forma de instalar una acometida y un medidor del tipo digital.
- ✓ Se describió la clasificación y tipo de acometidas empleadas para la instalación de medidores, las cuales son determinadas por un correcto diseño eléctrico.
- ✓ En las acometidas y medidores de energía se deben utilizar de acuerdo a la carga a instalarse.

VI. RECOMENDACIONES

6.1. RECOMENDACIONES:

- ✓ Las redes de baja tensión deben ser remplazadas de acuerdo al calibre adecuado para evitar las variaciones de voltajes, el calentamiento y para mantener y brindar un óptimo servicio ya que las actuales se encuentran saturadas por el incremento de usuarios.
- ✓ Los transformadores de distribución en baja tensión deberían ser trifásicos para que nuestro sistema eléctrico sea más equilibrado y los transformadores no se sobrecarguen y su uso sea más eficiente.
- ✓ Se recomienda el cambio de los medidores o contadores de energía ya que la mayor parte de ellos son electromecánicos por medidores bifásicos digitales por su precisión al momento de registrar el consumo de energía.
- ✓ Que todos los usuarios de energía eléctrica tengan una correcta instalación de puesta a tierra para protección de sus instalaciones internas.
- ✓ Las instalaciones internas de los usuarios deben ser revisadas por lo menos una vez al año para evitar fugas de energía que perjudicaran directamente al usuario, estas revisiones deberán ser realizadas por personal calificado.

VII. BIBLIOGRAFÍA

1.1 BIBLIOGRAFÍA

LIBROS

- 1) Biblioteca Técnica, Schneider Electric. Enciclopedia Salvat de la Ciencia y la Tecnología, Salvat Editores S.A.
- 2) Díaz García, Ing. José Alberto. Curso: Diseño de iluminación.
- 3) Manastel Ramos, A. y Rojas Prado, O., Guía para la especificación y dimensionamiento de Sistemas de Potencia Ininterrumpida (UPS) y análisis y soluciones a la problemática de la calidad de la energía eléctrica para equipos electrónicos sensibles. Universidad de Costa Rica
- 4) Martín Romero, J: Electricidad, Editorial Ramón Sopena, S.A.
- 5) EERSSA, Manual Técnico de Instalación de Acometidas y Medidores.
- 6) EERSSA, Instructivo para la instalación de Medidores 2013

SITIOS WEB

- 1) <http://www.edetsa.com/edet/Cliente/Acometidas.aspx>
- 2) http://es.scribd.com/doc/56468165/MEDIDORES_DE_ENERGIA
- 3) <http://www.monografias.com/trabajos-pdf4/redes-electricas.pdf>
- 4) <http://es.wikipedia.org/wiki/Acometida>

VIII. ANEXOS

8.1. Simbología en instalaciones eléctricas.

SÍMBOLO	DENOMINACIÓN
	LAMPARA INCANDESCENTE DE 100W
	INTERRUPTOR SIMPLE
	INTERRUPTOR DOBLE
	INTERRUPTOR TRIPLE
	CONMUTADOR SIMPLE
	CONMUTADOR DOBLE
	TOMACORRIENTE DOBLE MONOFASICO POLARIZADO
	TOMACORRIENTE DOBLE MONOFASICO
	DUCHA ELECTRICA
	COCINA ELECTRICA
	SALIDA ESPECIAL
	PULSANTE
	TIMBRE
	APLIQUE A LA PARED INCANDESCENTE
	APLIQUE A LA PARED FLUORECENTE
	LAMPARA REFLECTOR DE 150W
	LAMPARA ORNAMENTAL
	LAMPARA FLUORECENTE 1x20w
	LAMPARA FLUORECENTE 2x20w
	LAMPARA FLUORECENTE 1x40w
	LAMPARA FLUORECENTE 2x20w
	SUBIDA DE TUBERIA
	BAJADA DE TUBERIA
	CAJETIN DE DERIVACION
	TELEFONO DIRECTO
	TELEFONO DERIVADO
	ANTENA
	TABLERO GENERAL
	TABLERO DE DISTRIBUCION
	INTERRUPTOR TERMOMAGNETICO 50 Amp
	MEDIDOR DE ENERGIA
	CIRCUITO DUCHAS Y SALIDAS ESPECIALES
	CIRCUITO DE TOMACORRIENTES
	CIRCUITO DE ILUMINACION
	PUESTA A TIERRA

	Lámpara incandescente		Acometida		Medidor, Watthorímetro.
	Arbotante intemperie		Zumbador		Interruptor de seguridad
	Contacto sencillo		Caja de conexiones		Centro de carga
	Motobomba		Botón de timbre		Tubería por pared o techo
	Interruptor de flotador		Interruptor sencillo		Tubería por piso
					Interruptor de escalera

¿Sabes cuánto gastan **por hora** los siguientes productos eléctricos comparándolos con un foco de 100 watts?

 <p>Radio >15 w</p>	 <p>Máquina de coser >125 w</p>	 <p>Bomba para agua >400 w</p>	 <p>Plancha >1200 w</p>
 <p>Videocasetera o DVD >25 w</p>	 <p>Batidora manual >140 w</p>	 <p>Refrigerador estándar >575 w</p>	 <p>Aspiradora >1200 w</p>
 <p>Exprimidor de cítricos >35 w</p>	 <p>Televisor a color >150 w</p>	 <p>Cafetera >700 w</p>	 <p>Horno de microondas >1200 w</p>
 <p>Abrelatas eléctrico >60 w</p>	 <p>Computadora >150 w</p>	 <p>Secadora de pelo >825 w</p>	 <p>Calefactor >1300 w</p>
 <p>Estéreo >75 w</p>	 <p>Extractor de jugos >250 w</p>	 <p>Parrilla eléctrica >850 w</p>	 <p>Aire acondicionado >2950 w</p>
 <p>Cuchillo eléctrico >95 w</p>	 <p>Licuadora >350 w</p>	 <p>Tostador eléctrico >900 w</p>	
 <p>Ventilador >100 w</p>	 <p>Lavadora >375 w</p>	 <p>Horno eléctrico >950 w</p>	 <p>=100 Watts</p>

IX. CRONOGRAMA

ACTIVIDAD	2014															
	JUNIO				JULIO				AGOSTO				SEPTIEMBRE			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
PRESENTACIÓN Y PRESENTACIÓN DEL PROYECTO		X	X													
RECOPIACIÓN Y ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN					X	X	X									
REVISIÓN DE LA LITERATURA								X	X	X						
RESULTADOS GRADUACIÓN											X	X	X	X	X	