



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE EDUCACIÓN, CIENCIA Y TECNOLOGÍA

TEMA:

“Estudio de fallas en instalaciones eléctricas domiciliarias y comerciales e implementación de un modelo didáctico para su corrección”.

Trabajo de grado previo a la obtención del título de Ingeniero en la especialidad de Mantenimiento Eléctrico.

AUTORES:

Vásquez Villarruel Ramiro Mauricio

Yépez Guevara Marco Fabián

DIRECTOR:

Ing. Hernán Pérez

Ibarra, 2014

ACEPTACIÓN DEL DIRECTOR

Luego de haber sido designado por el Honorable Consejo Directivo de la facultad de Educación Ciencia y Tecnología de la Universidad Técnica del Norte de la ciudad de Ibarra, he aceptado con satisfacción participar como director del trabajo de grado del siguiente tema: **"Estudio de fallas en instalaciones eléctricas domiciliarias y comerciales e implementación de un modelo didáctico para su corrección"**., trabajo realizado por los señores : VÁSQUEZ VILLARRUEL RAMIRO MAURICIO Y YÉPEZ GUEVARA MARCO FABIÁN, previo a la obtención del título de **INGENIERO EN LA ESPECIALIDAD DE MANTENIMIENTO ELÉCTRICO.**

Al ser testigo personal y corresponsable directo del desarrollo del presente trabajo de investigación, que reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sustentado públicamente ante el tribunal que sea designado oportunamente.

Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad.



Ing. Hernán Pérez

Ibarra, Junio del 2014

DEDICATORIA

Nunca es demasiado el agradecimiento a quien jamás te abandonó en tus peores momentos.

Por este motivo, dedico este trabajo de investigación, en primer lugar a Dios que me ha dado la oportunidad de vida, a una familia extraordinariamente unida, comprensiva y a la cual agradezco por darme la oportunidad de avanzar, crecer como persona y formarme profesionalmente.

Además, a mis padres Diana y Mauricio, por ser mi apoyo y constancia desmedida, quienes siempre supieron brindarme su amor incondicional pero sobre todo fueron guía y apoyo en los momentos más difíciles de mi vida.

A mi hermana Lizeth un regalo con bendiciones y luz en mi vida, por ser mi soporte, mi paz y mi alegría.

Ramiro

DEDICATORIA

La presente tesis se la dedico a ti Dios por haber guiado los senderos por los que camino, a mi esposa Narciza, a mis hijos Alya y Marco que siempre estuvieron listos para brindarme toda su ayuda y comprensión, a mis padres, mis hermanos y en especial a mi hermano Alonso que siempre confiaron en mí. Con todo mi cariño este logro es para ustedes.

Marco

AGRADECIMIENTO

En primer lugar a Dios por haberme guiado por los senderos de la vida.

Agradezco a mi esposa Narciza, mis hijos Alya y Marco, a mis padres y hermanos que han sido fuente de inspiración y amor a lo largo de mi vida.

Agradezco infinitamente la ayuda que nos fue dada por nuestro tutor, Ing. Hernán Pérez, agradezco también a nuestros docentes Ing. Mauricio Vásquez, Ing. Ramiro Flores, Ing. Pablo Méndez, y a toda la planta docente de la carrera de Ingeniería en Mantenimiento Eléctrico, quienes supieron compartir sus conocimientos y nos brindaron consejos para la vida.

Un agradecimiento especial a mí amigo y compañero de tesis Ramiro que estuvo siempre apoyándome para poder culminar con éxito en esta etapa de mi vida.

Marco

AGRADECIMIENTO

Agradezco primeramente a Dios por haberme guiado por el camino correcto y haberme brindado los medios necesarios para concluir mis estudios superiores.

También a mis abuelitos Nibo y Gema que su tiempo y experiencia en la vida me han demostrado que el amor, unión, coraje y constancia, son aquellos impulsos que llevan al éxito.

A mis amigos Alvaro, David y Daniel por los momentos que serán la mejor historia, siempre llena de alegría, locuras, tristezas, apoyo y emoción, porque aunque no somos hermanos de sangre lo somos de corazón.

Quiero agradecer desde el fondo de mi corazón, a todos los docentes que supieron compartir sus ilustrados conocimientos, especialmente a nuestro director de tesis Ing Hernán Pérez, por su eficaz guía brindada en nuestro trabajo; además, al Ing Pablo Méndez e Ing Ramiro Flores, que en mi corta estancia universitaria compartieron no sólo conocimientos, sino nuevas experiencias de vida.

A mi gran amigo y compañero de tesis Marco, el más sincero de los agradecimientos, por la ayuda y la paciencia para hacer que este proyecto, avance de la mejor manera.

Un agradecimiento especial a mis padres y mi hermana que lo son todo para mí.

Ramiro

ÍNDICE GENERAL

ACEPTACION DEL DIRECTOR.....	ii
DEDICATORIA.....	iii
AGRADECIMIENTO.....	v
ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS.....	vii
RESUMEN.....	xvi
ABSTRACT.....	xvii
INTRODUCCIÓN.....	xviii
CAPÍTULO I.....	1
1. EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	1
1.1. Antecedentes.....	1
1.2. Planteamiento del problema.....	2
1.3. Formulación del problema.....	3
1.4. Delimitación.....	3
1.4.1. Delimitación espacial.....	3
1.4.2. Delimitación temporal.....	3
1.5. Objetivos.....	4
1.5.1. Objetivo general.....	4
1.5.2. Objetivos específicos.....	4
1.6. Justificación.....	4
CAPÍTULO 2.....	6
2. MARCO TEÓRICO.....	6
2.1. Riesgos eléctricos.....	6
2.1.1. Descarga eléctrica.....	6
2.1.2. Factores Influyentes.....	7
2.1.2.1. Condición y respuesta física.....	7
2.1.2.2 Impedancia del cuerpo.....	7
2.1.2.3 Recorrido.....	8
2.1.2.4 Duración.....	8
2.2. Características operativas de una instalación eléctrica.....	8
2.2.1 Estado de operación normal.....	9

2.2.2 Estado de operación anormal	9
2.2.2.1 Perturbaciones	9
2.2.2.2 Fallas	9
2.3. Protecciones eléctricas	10
2.3.1 Protecciones termomagnéticas (breakers).....	11
2.3.2 Protección diferencial.....	13
2.3.2.1 Configuraciones	16
2.3.2.2 Modo de conexión.....	18
2.3.3 Protección de falla de arco.....	20
2.3.3.1 Tipo de protecciones de falla de arco:	24
2.3.3.2 Modo de conexión.....	30
2.3.4 Protección contra sobre tensión.....	30
2.3.4.1 Tipos de sobretensiones	31
2.3.4.1.1 Sobretensiones de origen atmosférico.....	31
2.3.4.1.2 Sobretensiones de funcionamiento o de maniobra	33
2.3.4.1.3 Sobretensiones transitorias de frecuencia industrial	34
2.3.4.2 Métodos de propagación.....	35
2.3.4.3 Dispositivos de protección contra sobretensiones	37
2.3.4.4 Tipos de protección de sobretensiones	39
2.3.4.5. Modo de conexión.....	44
2.3.4.5.1 Protecciones “Tipo I”	45
2.3.4.5.2 Protecciones “Tipo II”	46
2.3.4.5.3 Protecciones “Tipo III”	46
2.3.4.6 Diagnostico de los materiales a proteger	46
2.4 Puesta a tierra.....	48
2.4.1 Resistividad del suelo	48
2.4.2 Métodos de mejoramiento de la tierra.....	51
2.5 Código eléctrico nacional	53
2.5.1 Protecciones eléctricas	53
2.5.1.1 Circuito de iluminación	54
2.5.1.2 Circuitos para pequeños artefactos (tomacorrientes)	56
2.5.1.3 Circuitos de uso exclusivos.....	57

2.5.1.4 Factores de demanda	57
2.5.1.5 Carga del neutro del alimentador	63
2.5.1.6 Requerimientos de protección para personas.....	63
2.5.1.7 Calibre de conductores	64
2.5.1.8 Caída de voltaje	67
2.6 Glosario.....	68
CAPÍTULO 3.....	70
3. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN	70
3.1 Tipo de la investigación	70
3.1.1 Investigación tecnológica	70
3.1.2 Investigación documental o bibliográfica	71
3.1.3 Investigación descriptiva	71
3.1.4 Investigación de campo	71
3.2 Métodos	72
3.2.1 Método deductivo.....	72
3.2.2 Método inductivo	72
3.2.3 Método de la simulación	73
3.2.4 Método de la modelación	73
3.2.5 Factibilidad.....	74
CAPÍTULO 4.....	75
4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	75
4.1 Conclusiones	75
4.2 Recomendaciones	77
CAPÍTULO 5.....	79
5. DESARROLLO DE LA PROPUESTA	79
5.1 Título de la propuesta	79
5.2 Introducción	79
5.3 Objetivos	80
5.3.1 Objetivo general.....	80
5.3.2 Objetivos específicos	81
5.4 Ubicación sectorial y física.....	81
5.5 Pruebas y resultados	81

5.5.1 Local comercial	81
5.5.2 Clínica odontológica.....	84
5.5.3 Residencia	85
5.6 Desarrollo de la propuesta	88
5.6.1 Modelo de instalación residencial	88
5.6.1.1 Ejemplo explicativo 1	88
5.6.1.2 Ejemplo explicativo 2	96
5.6.2 Características físicas del modelo	103
5.6.2.1 Diseño del modelo.	104
5.6.2.2 Funcionamiento del tablero didáctico.....	104
5.7 ANEXOS.....	107
5.7.1 Manual de instalación y maniobra.....	107
5.7.2 Fichas de inspección de las instalaciones eléctricas comerciales y domiciliarias	133
BIBLIOGRAFÍA.....	134
DOCUMENTOS ELECTRÓNICOS.....	135
LINKOGRAFIA.....	137

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Esquema del elemento térmico	11
Figura 2 Disposición de los elementos de la protección termomagnética .	12
Figura 3 Funcionamiento de la protección diferencial	13
Figura 4 Protección diferencial tipo tomacorriente.....	15
Figura 5 Protección diferencial tipo breaker	15
Figura 6 Protección diferencial tipo portátil.....	16
Figura 7 Configuración de la protección diferencial (circuito ramal)	16
Figura 8 Configuración de la protección diferencial (tomacorriente).....	17
Figura 9 Configuración de la protección diferencial (alimentador).....	17
Figura 10 Conexión diferencial tipo tomacorriente	18
Figura 11 Conexión errónea de la protección diferencial tipo tomacorriente.....	18
Figura 12 Conexión correcta de la protección diferencial tipo tomacorriente.....	19
Figura 13 Conexión protección diferencial tipo breaker.....	19
Figura 14 Falla fase-neutro.....	21
Figura 15 Falla fase-tierra.....	22
Figura 16 Falla en serie	22
Figura 17 Esquema interno de la protección de falla de arco	23
Figura 18 Protección de falla de arco tipo breaker	25
Figura 19 Protección de falla de arco tipo tomacorriente.....	25
Figura 20 Protección combinado falla de arco.....	26
Figura 21 Protección tipo portátil	27
Figura 22 Oxidación en pistas de circuitos	31
Figura 23 Modo común de propagación	36
Figura 24 Modo de propagación diferencial.....	36
Figura 25 Dispositivo de protección serie	37
Figura 26 Dispositivo de protecciónn paralela	38
Figura 27 Protección tipo I (socket)	39
Figura 28 Protección tipo I (cableado)	40
Figura 29 Protección tipo II.....	40

Figura 30 Protección tipo III	41
Figura 31 Método de conexión para protección cableada (55240-ASA) ...	45
Figura 32 Método de conexión (51110-001).....	46
Figura 33 Conexión de tomacorriente en unidad comercial.....	83
Figura 34 Conexión del conductor de tierra en local comercial	83
Figura 35 Conexión a tierra	85
Figura 36 Protección en la residencia.....	87
Figura 37 Tomacorriente polarizado con clavija de tierra pero sin conexión a tierra	87
Figura 38 Tomacorriente en garaje exterior sin protección diferencial	88
Figura 39 Vivienda unifamiliar	89
Figura 40 Comercio	97

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Tiempos de despeje para las protecciones de falla de arco	20
Tabla 2 Valores de corriente de arco para pruebas de arco en paralelo	21
Tabla 3 Tipos de detección y corrientes de protecciones tipo combinación y tomacorriente.....	27
Tabla 4 Tabla de la UL para la asignación de valor de voltaje nominal..	43
Tabla 5 Sensibilidad del equipo.....	47
Tabla 6 Coste del equipo.....	47
Tabla 7 Consecuencias de indisponibilidad del equipo	48
Tabla 8 Expresiones de resistencia de puesta a tierra	50
Tabla 9 Valores típicos de resistividad	51
Tabla 10 Porcentaje de reducción de la resistencia de malla.....	52
Tabla 11 Cargas de alumbrado general por tipo de ocupación	55
Tabla 12 Factores de demanda para alimentadores de cargas de alumbrado	58
Tabla 13 Factores de demanda para secadoras domésticas eléctricas de ropa	59
Tabla 14 Factores de demanda para estufas eléctricas domésticas, hornos de estufas de sobreponer y otros electrodomésticos de cocina de más de 1,75 kW	60
Tabla 15 Factores de demanda del alimentador de equipos de cocina comercial.....	62
Tabla 16 Factores de demanda para cargas de tomacorrientes en edificaciones residenciales.....	62
Tabla 17 Capacidad de corriente permisible en conductores aislados para 0 a 2000 V nominales y 60° C a 90° C.....	64
Tabla 18 Capacidad de corriente permisible de conductores sencillos aislados para 0 a 2000 V nominales al aire libre y temperatura ambiente de 30° C.....	65
Tabla 19 Conductor del electrodo de tierra en instalaciones de c.a.	66
Tabla 20 Calibre mínimo de los conductores de puesta a tierra de equipos para puesta a tierra de canalizaciones y equipo	67
Tabla 21 Valores de voltaje, caída de voltaje y resistencia de tierra para 10 A, 15 A y 20 A distancia aproximada 2 metros.....	81

Tabla 22 Valores de voltaje, caída de voltaje y resistencia de tierra para 10 A, 15 A y 20 A distancia aproximada 10 metros.....	82
Tabla 23 Valores de voltaje, caída de voltaje y resistencia de tierra para 10 A, 15 A y 20 A distancia aproximada 12 metros.....	82
Tabla 24 Valores de voltaje, caída de voltaje y resistencia de tierra para 10 A, 15 A y 20 A distancia aproximada 8 metros.....	84
Tabla 25 Valores de voltaje, caída de voltaje y resistencia de tierra para 10 A, 15 A y 20 A distancia aproximada 1 metro	85
Tabla 26 Valores de voltaje, caída de voltaje y resistencia de tierra para 10 A, 15 A y 20 A distancia aproximada 2 metros.....	85
Tabla 27 Valores de voltaje, caída de voltaje y resistencia de tierra para 10 A, 15 A y 20 A distancia aproximada 5 metros.....	86
Tabla 28 Datos ejemplo explicativo 1	88
Tabla 29 Resumen de cargas	92
Tabla 30 Carga neta.....	93
Tabla 31 Valores de potencia para secadora y horno	93
Tabla 32 Valor total de demanda	94
Tabla 33 Valor de demanda para neutro	94
Tabla 34 Resumen	95
Tabla 35 Datos ejemplo explicativo 2.....	96
Tabla 36 Valores luego de aplicar el factor de demanda	98
Tabla 37 Resumen de cargas continuas	100
Tabla 38 Resumen total de cargas continuas y no continuas	101
Tabla 39 Resumen	102

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1 Corriente en una falla en serie.....	28
Gráfico 2 Voltaje y corriente en una falla en serie.....	29
Gráfico 3 Voltaje y corriente en una falla fase-fase.....	29
Gráfico 4 Tipos de sobretensión	30
Gráfico 5 Sobretensión transitoria de frecuencia industrial	34
Gráfico 6 Onda de tensión amplitud 1.2/50 μ s	42
Gráfico 7 Onda de tensión corriente 8/20 μ s.....	42
Gráfico 8 Corriente de descarga para protección de 20 kA	44
Gráfico 9 Ubicación de las protecciones	106

RESUMEN

El siguiente trabajo de investigación nace de la inquietud de conocer nuevos elementos que brinden protección a las instalaciones eléctricas, residenciales y comerciales. Además tiene también la finalidad de mejorar los métodos de aprendizaje de estudiantes, los mismos que podrán realizar diferentes pruebas en el modelo didáctico. El modelo didáctico también cuenta con un elemento de medición y simulación el cual facilita su uso. En búsqueda del mejor elemento de medición y simulación se investigó los diferentes elementos que se encuentran en el mercado, para una adecuada selección en cuanto a prestaciones, requerimientos técnicos, económicos y parámetros eléctricos. Se realizó una investigación bibliográfica de documentos técnicos, de normas nacionales e internacionales con la finalidad de obtener conocimientos suficientes para plantear la propuesta e implementación del modelo didáctico. Luego de la investigación y la implementación del modelo se pudo deducir recomendaciones y conclusiones las cuales sirven como guía para las instalaciones eléctricas.

ABSTRACT

The following research comes from the concern of new items that provide protection for electrical, residential and commercial installations being identified. It also includes the purpose of improving student learning methods; the same which could conduct various tests on the didactic model. The didactic model also has an element of measurement and simulation for an easy operation. In search of a better element for simulation and measuring, different elements which are in the market for a suitable selection like performance, technical requirements, economic and electrical parameters were investigated. A biographic research of technics documents, such as national and international standards, in order to obtain sufficient knowledge to raise the proposal and implementation of the didactic model was carried out. After the research and implementation of the model, recommendations and conclusions which serve as a guide for electrical installations, could be deduced.

CAPÍTULO I

1. EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. Antecedentes

La sociedad actual gira en torno a la energía eléctrica, en la dirección que se mire se tiene casi con seguridad un aparato accionado por este tipo de energía, por lo que es de vital importancia en el diario vivir. Sin este elemento la vida daría un giro inesperado, las tareas más sencillas podrían tomar horas. Por ello las viviendas deben presentar un buen diseño de su instalación eléctrica para el normal funcionamiento de los aparatos a estar conectados y desenvolvimiento de los usuarios que hagan uso de los mismos.

La valoración de los riesgos eléctricos, es un tema con un alto grado de complejidad, existen un sin número de variables que se debe prever para el diseño de la instalación; además de situaciones inesperadas, factores como el mantenimiento, uso y prevención de accidentes que el usuario brinde a la instalación influyen en el incremento o decremento de riesgos. Por lo que se puede tener una inmensa variación de los riesgos entre una instalación y otra aún siendo de características similares.

La normativa sobre el diseño de instalaciones eléctricas existe, pero no se la ha estado aplicando, puede señalarse por ejemplo el código eléctrico nacional CPE INEN 19:2001, que constituye una guía completa para el diseño de instalaciones eléctricas tanto domiciliarias como comerciales, a pesar de disponer de éste y otros instrumentos, no se los

aprovecha para que las instalaciones eléctricas sean técnicamente realizadas y que garanticen la seguridad personal, protección del equipamiento comercial y electrodomésticos en el área residencial, mucho más si se toma en cuenta que la energía eléctrica es fundamental para mejorar el estilo de vida de los ciudadanos y el eje principal para el desarrollo industrial y comercial.

En el medio lastimosamente no se cumple las normas y ordenanzas existentes; de continuar esta situación, las personas seguirán teniendo un alto riesgo para su integridad física, así como la pérdida de los artefactos eléctricos por fallas en el diseño eléctrico ya que estarán expuestos a diferentes daños por no disponer del sistema de protección apropiado.

1.2. Planteamiento del problema

La falta de protecciones eléctricas y la deficiente calidad de las instalaciones eléctricas son aspectos importantes que se observan en los domicilios y comercios, pues de las protecciones eléctricas y un buen diseño eléctrico depende la seguridad de los bienes y la integridad física de las personas; hoy en día muchas de estas instalaciones se encuentran en malas condiciones, lo que aumenta el riesgo de accidentes.

Esta situación es el resultado directo de malas prácticas, de personas sin conocimientos técnicos en el área de instalaciones eléctricas, lo que conlleva a la realización de instalaciones deficientes, el problema se incrementa notoriamente debido a la ausencia o mal dimensionamiento de ciertos equipos de protección.

El municipio no hace cumplir la ordenanza municipal que tiene relación con las instalaciones eléctricas, además los propietarios de residencias y comercios deberían realizar una revisión periódica de sus instalaciones eléctricas, con el fin de evitar problemas causados por el deterioro normal de los elementos que conforman una instalación eléctrica.

1.3. Formulación del problema

El desconocimiento de adecuados equipos de protección eléctrica, sumada al mal uso de los previamente instalados, además de la mala práctica en instalaciones eléctricas, son las principales causas de accidentes y deterioro de los equipos eléctricos en locales comerciales y residencias.

1.4. Delimitación

1.4.1. Delimitación espacial

La investigación se la realizará en 10 residencias tipo y 5 comercios de la zona urbana de la ciudad de Ibarra.

1.4.2. Delimitación temporal

La investigación teórico práctica se llevó a cabo en los años 2013 y 2014, entre los meses de noviembre y abril respectivamente, para lo que se elaboró un cronograma para el efecto.

1.5. Objetivos

1.5.1. Objetivo general

Diseñar un sistema de protección integral para instalaciones domiciliarias y comerciales y elaborar un modelo didáctico.

1.5.2. Objetivos específicos

- Evaluar el grado de protección que brindan los elementos de protección previamente instalados en residencias y locales comerciales.
- Determinar las protecciones existentes en el mercado, considerando la información de los principales distribuidores.
- Diseñar un sistema integral de protección de las instalaciones eléctricas domiciliarias y comerciales.
- Elaborar un modelo didáctico de un sistema de protección.

1.6. Justificación

El avance tecnológico en los últimos años, ha influenciado en el aumento del consumo de energía debido al mayor número de artefactos y equipos electrónicos que se conectan en domicilios y comercios. A nivel residencial se han instalado en la gran mayoría de hogares varios equipos modernos, los mismos que, a pesar de su eficiencia, contribuyen al incremento antes mencionado, este aumento se torna peligroso al no contar con adecuadas protecciones y tiende a elevar el riesgo de accidentes en domicilios y comercios llegando incluso a poner en peligro a las personas o daño a equipos eléctricos y electrónicos.

El presente trabajo nace de la necesidad de implementar un sistema integrado de protección para los sistemas eléctricos en el área residencial y comercial, para evitar que las fallas de eléctricas provoquen daños materiales y/o lesiones a las personas en caso de accidentes por causa de fallas eléctricas.

Al conocer los temas concernientes a los riesgos eléctricos, equipos de protección, entre otros, es factible diseñar un sistema de protección eléctrica que pueda ser implementado en cualquier parte del país, considerando las particularidades de cada región; contando para ello con los elementos necesarios que son ofertados por las casas comerciales y distribuidores locales de materiales y equipos eléctricos.

El modelo didáctico del sistema de protección, servirá para que los alumnos de la carrera e Ingeniería en Mantenimiento Eléctrico puedan realizar prácticas y observar el comportamiento de los diferentes elementos de protección que se analizan y proponen en el sistema de protección para las residencias y comercios, contribuyendo significativamente al proceso de enseñanza aprendizaje.

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO

2.1. Riesgos eléctricos

2.1.1. Descarga eléctrica

Es el fenómeno causado por la diferencia de potencial entre dos puntos, si dicha descarga se produce por el cuerpo de un ser vivo se lo denomina choque eléctrico, este choque genera desde sensación de hormigueo leve, tetanización muscular, paro respiratorio, asfixia, fibrilación ventricular, quemaduras; también puede ocasionar consecuencias físicas secundarias como caídas, golpes, entre otros. A continuación se describe cada uno de los efectos:

- **Hormigueo leve:** Este efecto es producido por la circulación de una baja corriente por el cuerpo, no representa peligro alguno, el individuo puede separarse de la fuente eléctrica sin problema.
- **Tetanización muscular:** La tetanización se produce cuando la circulación de corriente es elevada, produce contracciones involuntarias de los músculos, el individuo pierde el control voluntario de los mismos y puede quedar adherido al punto de contacto.
- **Asfixia:** Se produce cuando la corriente circula por el tórax esta circulación impide el normal funcionamiento de los músculos de la caja torácica produciendo un paro respiratorio.
- **Fibrilación ventricular:** Si la corriente en su camino atraviesa el corazón puede causar fibrilación ventricular, la que se produce cuando los latidos del corazón se desestabilizan, pasando a ser movimientos

rápidos del mismo, es como una vibración en la que el corazón no bombea sangre, esto puede causar la muerte del individuo.

Los efectos anteriormente citados, pueden ser reversibles con una rápida intervención de personal calificado, por el contrario las quemaduras pueden ser mortales.

2.1.2. Factores Influyentes

Varios factores influyen para determinar la severidad del accidente, a continuación se detallan los más importantes.

2.1.2.1. Condición y respuesta física

La condición física de cada individuo influye en el flujo de la corriente, una corriente determinada causara menor daño en una persona en buena condición física; además si la victima tiene problemas médicos, esto aumentara significativamente los riesgos, en especial si padece de problemas pulmonares o de corazón, estos órganos son altamente sensibles y con corrientes relativamente bajas pueden presentar fallos de funcionamiento.

2.1.2.2 Impedancia del cuerpo

La corriente eléctrica a su paso por el cuerpo humano, se encuentra con impedancias compuestas por elementos resistivos y capacitivos el valor total de la impedancia del cuerpo es la suma de tres impedancias en serie: impedancia de la piel en la zona de entrada,

impedancia interna del cuerpo humano e impedancia de la piel en la zona de salida.

2.1.2.3 Recorrido

Del recorrido de la corriente depende la resistencia del cuerpo, si es mayor el recorrido la resistencia será mayor, y por ende la intensidad de la corriente será menor.

El problema de tener un recorrido mayor, es que la corriente puede atravesar órganos vitales, los recorridos del tórax o la cabeza pueden ocasionar los mayores daños por la cercanía de órganos de vital importancia.

2.1.2.4 Duración

La energía liberada es directamente proporcional al tiempo de contacto, por tanto el grado de trauma depende del tiempo de contacto, la corriente suele seguir el camino del sistema nervioso aumentando aún más los riesgos de sufrir algún tipo de trauma.

2.2. Características operativas de una instalación eléctrica

Una instalación eléctrica tiene dos estados de funcionamiento, los mismos que se indican a continuación.

2.2.1 Estado de operación normal

Se denomina estado de operación normal, cuando todos los componentes y parámetros de la instalación eléctrica: voltaje, corriente, aislamiento, temperatura, etc., se encuentran dentro de los límites permisibles.

2.2.2 Estado de operación anormal

Se dice estado de operación anormal cuando: el voltaje, corriente, aislamiento, temperatura, etc., se encuentran sobre o bajo los límites permitidos, dentro de las anomalías se tiene la siguiente clasificación.

2.2.2.1 Perturbaciones

Se denominan perturbaciones a aquellas anomalías que tienen un tiempo de duración bajo; pueden considerarse como una perturbación la caída de voltaje producida por una suelta o el arranque de un motor, también variaciones de frecuencia cualquiera sea su origen; éstas no constituyen un riesgo para la operación de la instalación a la que se hallan ligadas.

2.2.2.2 Fallas

Las fallas presentan un riesgo para el usuario y también para la instalación, por tanto éstas deben ser desenergizadas en el menor tiempo posible, para evitar lesiones al individuo o daños a la instalación.

Las fallas tienen un sin número de causas, las mismas que se indican a continuación:

- **Sobrecarga**

Una sobrecarga se produce cuando el consumo de energía de la instalación supera la capacidad de los conductores usados para dicha instalación, esto genera riesgo para la instalación y para las personas.

- **Cortocircuito**

Es una falla que se produce entre dos fases, dos fases y tierra o fase tierra; estas fallas generan altas corrientes y pueden causar que los conductores se fundan, forman también chispas, lo que puede causar incendios poniendo en peligro el inmueble.

- **Fallas de aislamiento**

Una falla de aislamiento no siempre produce un cortocircuito, estas fallas suelen suscitarse en equipos eléctricos y electrónicos, y se producen cuando el aislamiento se pierde por algún motivo (deterioro normal, corte del conductor, uniones mal aisladas, etc.) y se pone en contacto con la carcasa del aparato en cuestión, por lo que ésta queda energizada pudiendo descargarse al contacto de las personas.

2.3. Protecciones eléctricas

Toda instalación eléctrica debe contar con protecciones eléctricas para reducir al máximo los riesgos de accidentes, los tipos de protecciones en baja tensión y para uso residencial y comercial se desarrollan a continuación.

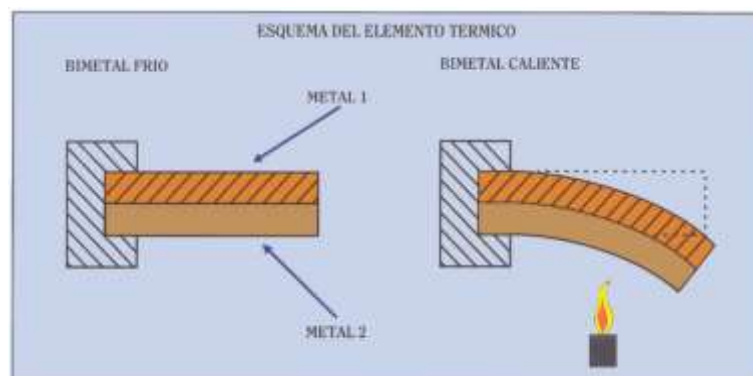
2.3.1 Protecciones termomagnéticas (breakers)

Este dispositivo brinda protección contra sobre cargas y cortocircuitos, luego de despejarse la falla, una vez reiniciado, se lo puede seguir usando, este elemento sirve también como seccionador, lo que significa que cuando sea requerido se puede desenergizar el circuito al que se encuentra conectado. El accionamiento en caso de falla de este elemento se debe a dos elementos que lo conforman, el elemento térmico y el elemento magnético.

Un exceso de corriente genera calor en el circuito, para esto la protección termomagnética tiene internamente un elemento térmico, el mismo que se encuentra constituido por dos metales de diferente coeficiente de dilatación, por lo que al producirse una sobre carga se produce una deformación en el elemento térmico como se ve en la figura1.

Figura 1

Esquema del elemento térmico



Fuente: ("Folleto Protecciones Eléctricas" PROCOBRE)

Cuando la corriente supera el valor permitido, el bimetal acciona un mecanismo, el mismo que produce la desconexión del fluido eléctrico. Estas protecciones tienen un tiempo de retardo, por tanto, para su

desconexión dependerá del valor de la corriente de sobrecarga, mientras más grande sea esta, más rápido se produce la desconexión.

El elemento magnético consiste de una bobina que al paso de una corriente determinada, generalmente el doble de la corriente nominal de la protección termomagnética, genera un campo magnético que atrae un contacto móvil, lo que produce la desconexión, la bobina se encuentra conectada en serie con el circuito que protege, este elemento es de alta velocidad para su desconexión, por lo que es ideal para los cortocircuitos.

El elemento térmico y magnético se encuentran dispuestos como se muestra en la figura 2.

Figura 2

Disposición de los elementos en la protección termomagnética



Fuente: ("Folleto Protecciones Eléctricas" PROCOBRE)

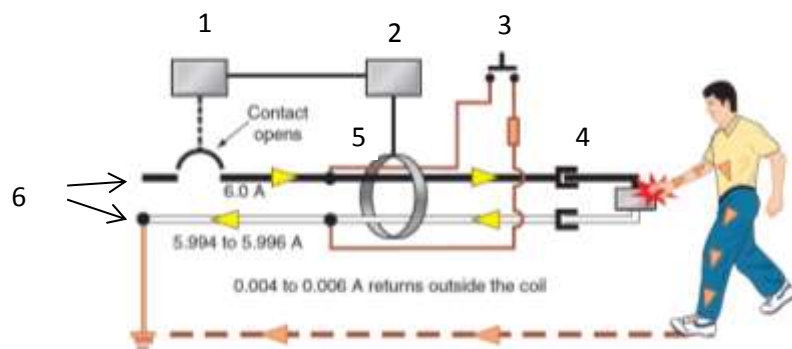
Cualquiera sea el caso, al momento de producirse una desconexión de un circuito con carga se genera un arco, para su extinción la protección cuenta con una cámara de extinción de arco.

2.3.2 Protección diferencial

En el medio llamado breaker diferencial; es un dispositivo que constantemente censa el flujo de corriente entre la fase y el conductor de neutro, de esta manera evita electrocuciones; este dispositivo al censar una diferencia de corriente entre 4 a 6 mA desconecta el circuito en un tiempo de 25 milisegundos; es necesario recordar que 20mA pueden causar la muerte de una persona y un breaker común tomara aproximadamente 1000 veces ese tiempo para producir un disparo, por lo que brinda una protección al ser humano; hay que tener en cuenta que también brinda, además, las mismas protecciones que una protección termomagnética, en la figura 3 se ilustra su funcionamiento.

Figura 3

Funcionamiento de la protección diferencial



Fuente: (Mullin y Simmons, 2011)

Como se ve en el figura 3, si por algún motivo se produce un desbalance de las corrientes que ingresan y que salen de la protección, el circuito se dispara. En este caso una cantidad de corriente fuga por el cuerpo del individuo y se dirige hacia tierra lo que genera el desbalance. Estas fugas también pueden producirse por cualquier contacto de la fase con un material conductor a tierra.

Este tipo de protección es altamente recomendable usarla en lugares donde hay presencia de agua y electricidad (piscinas, baños, cocinas, bodegas, entre otros). El contacto con agua de un individuo reduce significativamente su resistencia, aumentando los riesgos de un accidente, la protección diferencial para cumplir con su función internamente integra los elementos que se observan en la figura 3.

Donde:

1. Circuito de disparo.
2. Circuito de estado sólido.
3. Botón de prueba.
4. Salida de fase y neutro.
5. Bobina
6. Entrada de fase y neutro.

Tipos de protecciones diferenciales:

- Tipo tomacorriente: Este es el aparato más usado y protege todos los aparatos conectados a este tomacorriente (figura 4), además brinda una protección aguas abajo (siempre que se respete el diagrama de conexión). Para lugares donde existe alta presencia de agua se recomienda usar una cobertura plástica para evitar corto circuitos y/o descargas, este dispositivo sólo brinda protección diferencial, más no protección contra sobre cargas y cortocircuitos.

Figura 4

Protección diferencial tipo tomacorriente



Fuente: (http://www.homedepot.com/catalog/productImages/400/b7/b73aa58c-c706-4e9a-8dcd-62a4f2488815_400.jpg)

- Tipo breaker: Esta protección se la conecta en el panel, protege todo el circuito que se encuentra conectado al mismo (figura 5).

Figura 5

Protección diferencial tipo breaker



Fuente:

(http://www.homedepot.com/catalog/productImages/400/e6/e693993f-67ed-4fb0-9ab9-8b90c01881c2_400.jpg)

- Tipo portátil: Este aparato no requiere ningún conocimiento previo para su instalación, simplemente se lo conecta a un tomacorriente y está

listo para ser usado, internamente incorpora la protección diferencial, se recomienda pulsar el botón de prueba previo a su uso (figura 6).

Figura 6
Protección diferencial tipo portátil



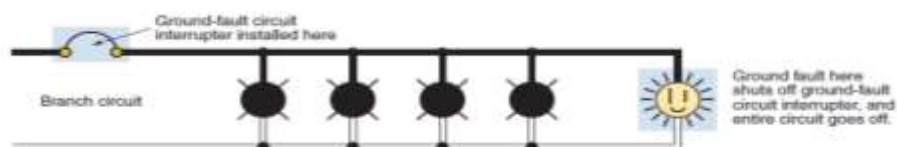
Fuente: (http://www.leviton.com/OA_HTML/ProductDetail.jsp?partnumber=GFA15-2C§ion=40493&minisite=10251)

2.3.2.1 Configuraciones

Hay tres tipos de configuraciones del circuito diferencial, son las que a continuación se muestran:

- Circuito ramal: Brinda protección a todo el ramal al que se encuentra conectado su ubicación se muestra en la figura 7.

Figura 7
Configuración de la protección diferencial (circuito ramal)



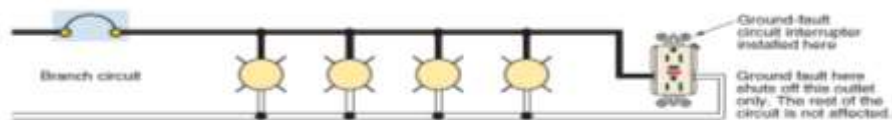
Fuente: (Mullin y Simmons, 2011)

Cuando se instala el breaker al circuito ramal, si se produce una falla en algún lugar de la instalación se desconectará todo el ramal, quedando sin energía toda esta sección.

- Tomacorriente: Esta protección brinda protección a los elementos conectados a este tomacorriente, y los tomacorrientes que se derivan del mismo su ubicación se aprecia en la figura 8.

Figura 8

Configuración de la protección diferencial (tomacorriente)



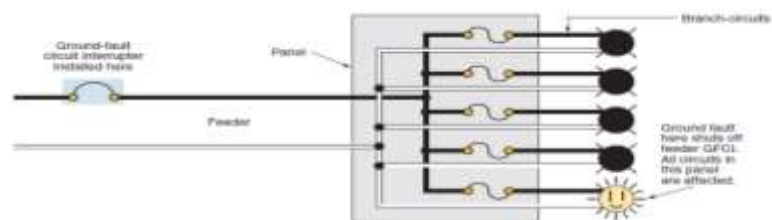
Fuente: (Mullin y Simmons, 2011)

Si se instala un circuito diferencial tipo tomacorriente, cuando sucede una falla solo se tendrá desconexión en el tomacorriente en el cual se produjo la falla, además en los circuitos derivados de este si existiesen.

- Alimentador: Esta protección brinda protección a todo el circuito, su ubicación se muestra en la figura 9.

Figura 9

Configuración de la protección diferencial (alimentador)



Fuente: (Mullin y Simmons, 2011)

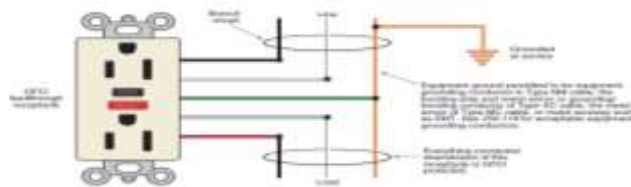
Este tipo de configuración es muy poco usado, pues en caso de una falla se perderá el fluido eléctrico en todo el domicilio y es difícil ubicar el lugar en donde se tiene la falla.

2.3.2.2 Modo de conexión

- Tipo tomacorriente: El método de conexión se muestra en la figura 10.

Figura 10

Conexión diferencial tipo tomacorriente

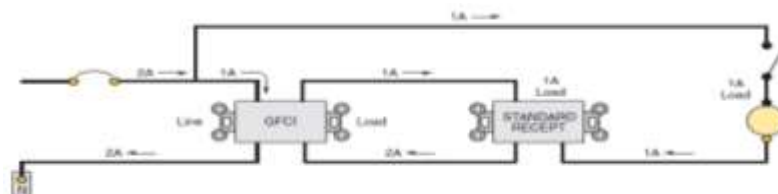


Fuente: (Mullin y Simmons, 2011)

En estos aparatos vienen claramente señalado el lugar de conexión de la fase y el neutro, nótese además que se tiene una entrada para la conexión que viene del tablero, en caso de conectarse más tomacorrientes luego de este debemos usar las salidas y no usar el mismo punto para su conexión, caso contrario, los tomacorrientes que se encuentran aguas abajo no tendrán protección, en la figura 11 se puede apreciar una conexión incorrecta, mientras que en la figura 12 tenemos la correcta instalación del mismo.

Figura 11

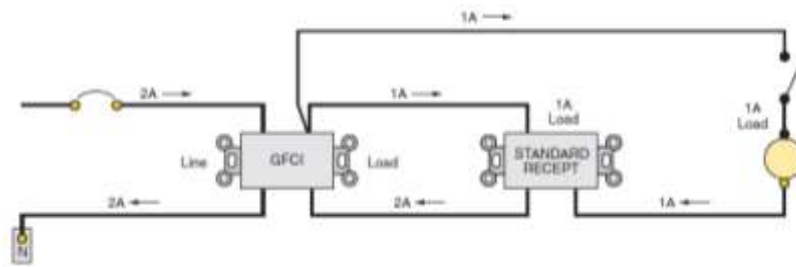
Conexión errónea de la protección diferencial tipo tomacorriente



Fuente: (Mullin y Simmons, 2011)

Figura 12

Conexión correcta de la protección diferencial tipo tomacorriente



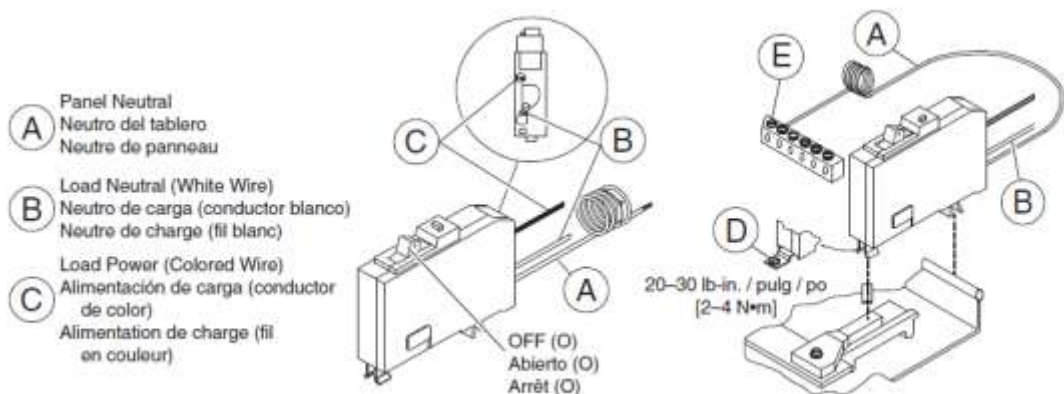
Fuente: (Mullin y Simmons, 2011)

Al momento de adquirir una protección de este tipo se debe tener en cuenta que en el mercado existen otro tipo de diferenciales que son de uso específico para protección de equipos, por lo que se encuentran programados para disparar cuando hay una diferencia de corriente de 30mA, esta corriente ya es peligrosa para un ser humano, estos se encuentran en el mercado como GFI.

- Tipo breaker: El método de conexión se muestra en la figura 13.
-

Figura 13

Conexión protección diferencial tipo breaker



Fuente: (Schneider Electric, 2011)

2.3.3 Protección de falla de arco

Estos circuitos no son nuevos, Square D comenzó con las investigaciones a finales de los ochenta y principios de los noventa, para el NEC 1993 (national electrical code) se propone reducir la corriente instantánea de disparo en los breakers de 15 A y 20 A a 85 A, tratando de esta manera evitar los arcos de falla, pero al reducir la corriente instantánea se obtendría mal funcionamiento de los breakers debido a las corrientes de inrush, el AFCI aparece como un requerimiento en el NEC 2002 Section 210.12.

El interruptor de fallas de arco es un dispositivo cuya finalidad es mitigar los efectos de fallas de arco causadas por cables defectuosos, aislamiento eléctrico desgastado, cables sobre calentados, aparatos en mal estado, entre otros motivos que generasen arcos de falla, desenergizando el sistema cuando una falla de arco es detectada. Los arcos son el resultado de la corriente que se propaga por el aire. En la tabla1 se ve que tan rápido se dispara una protección de falla de arco para varios valores como se especifica en la estándar UL 1699:

Tabla 1

Tiempos de despeje para las protecciones de falla de arco

Tiempo de despeje para las protecciones de falla de arco tipo combinación cuando se someten a varios valores de corriente de falla de arco				
	Tiempos de despeje de corriente de arco [A]			
Corriente nominal de la protección	5 [A]	10 [A]	Corriente nominal de la protección	150% del valor marcado
15 [A]	1s	0,40s	0,28s	0,16s
20 [A]	1s	0,40s	0,20s	0,11s
30 [A]	1s	0,40s	0,14s	0,10s

Fuente: (Mullin y Simmons, 2011)

Los fallos de arco se dan en dos configuraciones:

- Paralelo: Para los circuitos en paralelo la UL en su estándar 1699 especifica que se deben cumplir los valores expuestos en la tabla 2 para las fallas en paralelo.

Tabla 2

Valores de corriente de arco para pruebas de arco en paralelo

Valores de corriente de arco para pruebas de arco en paralelo					
Corriente de arco [A]					
75	100	150	200	300	500

Fuente: (Mullin y Simmons, 2011)

Para cada valor de corriente en la tabla 2, el tiempo total de la falla no debe exceder 8 medios ciclos en 0.5 segundos, los medios ciclos pueden ser continuos o intermitentes.

Las fallas de arco en paralelo pueden ser de dos tipos:

- Fase-Neutro

Figura 14

Falla fase-neutro



Fuente: (Autores, 2014)

- Fase-Tierra

Figura 15

Falla fase-tierra



Fuente: (Autores, 2014)

- Serie: Este tipo de fallas se producen por contactos sueltos, cables rotos entre otros.

Figura 16

Falla en serie



Fuente: (Autores, 2014)

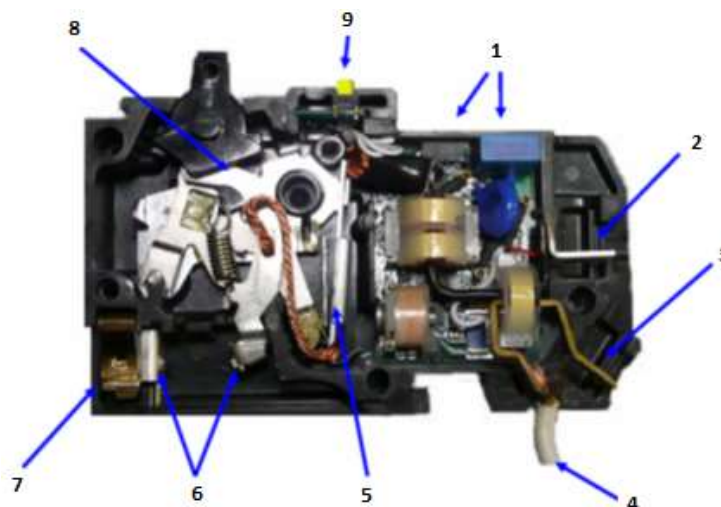
Las fallas fase-neutro producen corrientes más elevadas de fallas, un estudio realizado por Underwriters Laboratories for the Electronic Industries Association (EIA), muestra que los rangos de corriente son de 75A a 1.650A, teniendo en cuenta que el programa de investigación

hecho durante el desarrollo del código UL 1699 muestra que los materiales usados en las pruebas se incendian con un arco de 5A.

Para cumplir con su función la protección de falla de arco internamente, combina una protección termomagnética con un circuito electrónico diseñado para reconocer las características únicas de los arcos, y a la vez poder diferenciar los arcos causados por fallos de aquellos que se producen por el normal funcionamiento de ciertos equipos (arcos generados al encenderse un motor, al encender una luminaria, etc.), internamente una protección de arco se ve como se muestra en la figura 17.

Figura 17

Esquema interno de la protección de falla de arco



Fuente:

(http://www.eaton.com/ecm/groups/public/@pub/@electrical/documents/content/ct_133553.pdf)

Donde:

1. Circuito electrónico de detección de fallas de arco: Es el circuito electrónico encargado de censar las señales de la corriente eléctrica e identificar si se trata de una falla o de una condición normal.
2. Terminal de carga (fase): Salida de la fase hacia la carga.

3. Terminal de carga (neutro): En este tipo de aparatos se tiene que conectar el neutro al breaker pues el aparato internamente censará las señales.
4. Conexión al centro de carga. (cola de cerdo): Salida de neutro a la carga como se ve en este tipo de breakers, se tiene una entrada y una salida del neutro, como se indicó antes, esto se debe a que el breaker tiene que censar las señales del circuito.
5. Mecanismo de disparo: Es el mecanismo encargado de desconectar el circuito.
6. Contactos: El contacto que energiza o des energiza el sistema.
7. Conexión de fase: Entrada de la fase al breaker.
8. Palanca de maniobra: La palanca que se usa como seccionador en caso de necesitarlo o la que se usa para resetear el breaker.
9. Botón de prueba: Este botón comprueba el correcto funcionamiento del breaker, este no simula una falla simplemente el controlador interno envía una señal al circuito.

2.3.3.1 Tipo de protecciones de falla de arco:

Los AFCI de acuerdo a la UL 1699 se categorizan de la siguiente manera:

- Tipo breaker: Este dispositivo es instalado en el panel principal protege de las fallas de arco paralelas, brinda protección a todo el alambrado del ramal, también brinda protección limitada a las extensiones que se conecten a dicho circuito. En la parte externa se encuentran impresas las palabras AFCI que son las iniciales para “Arc Fault Circuit Interrupter” que traducidas textualmente al español quiere decir “Circuito Interruptor De Fallas De Arco”, pero para el presente trabajo se utilizará protección de arco, se puede observar su constitución física en la figura 18.

Figura 18

Protección de falla de arco tipo breaker



Fuente: (http://www.homedepot.com/catalog/productImages/400/21/213a38dc-4579-43ee-a637-869493f666b1_400.jpg)

- Tipo tomacorriente: Este dispositivo brinda protección aguas abajo contra los arcos en serie y paralelo, este dispositivo se recomienda instalar como primer tomacorriente y luego los siguientes en sucesión, de esta manera se tiene todos los tomacorrientes que le siguen protegidos.

Figura 19

Protección de falla de arco tipo tomacorriente



Fuente:

(http://www.leviton.com/OA_HTML/ibcGetAttachment.jsp?cltemId=9hNokKWZOquA.r74g76MIA)

- Tipo breaker combinado: Es un dispositivo que brinda una protección tanto para los arcos serie como para los arcos en paralelo, protegiendo además el alambrado interno del domicilio, las extensiones que a éste se conecten. Su apariencia es igual a la de la protección tipo breaker, salvo por un detalle, éste tiene impreso en su estructura las iniciales CAFCI “Combination Arc Fault Circuit Interrupter”, que traducidas textualmente al español quiere decir “Circuito Interruptor De Fallas De Arco Tipo Combinado”, pero para el presente trabajo se utilizará la frase protección combinada de falla de arco.

Figura 20

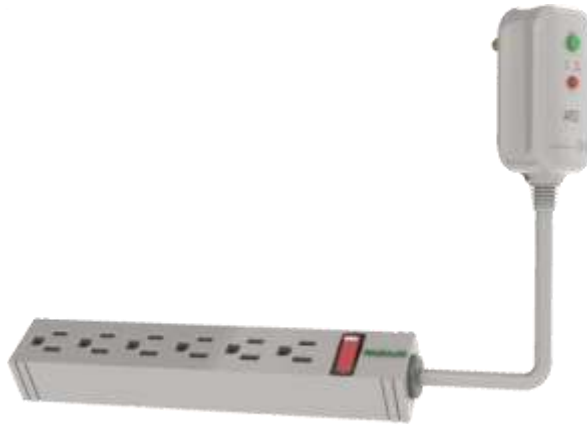
Protección combinado de falla de arco



Fuente: (http://www.homedepot.com/catalog/productImages/400/ba/ba29f486-fa69-42c2-94ae-7924309830fe_400.jpg)

- Tipo Portátil: Este aparato es igual al externo sólo que brinda varias salidas en las que se puede conectar cualquier tipo de aparatos.

Figura 21
Protección tipo portátil



Fuente: (<http://www.true-safe.com/data%20raw/GRA/AFCI%20PORTABLE%20OUTLET.png>)

Las protecciones de tipo externo y portátil ya están prácticamente en desuso.

A continuación se muestra en la tabla 3 las capacidades de los tres tipos de protecciones más usados hoy en día.

Tabla 3
Tipos de detección y corrientes de protección de protecciones tipo breaker, combinación y tomacorriente

Tipos de detección y corrientes de protección de protección tipo breaker, combinación y tomacorriente			
Condición De Arco	Tipo Breaker	Tipo Combinación	Tipo Tomacorriente
Línea-Neutro	Sí-75 A	Sí-5 A	Sí-5 A
Línea-Tierra	Sí-0,050 A	Sí-0,050 A	Sí-0,050 A
Serie con tierra	Sí-5 A	Sí-5 A	Sí-5 A
Serie sin tierra	No	Sí-5 A	Sí-5 A

Fuente: (Gregory y Manche, 2003)

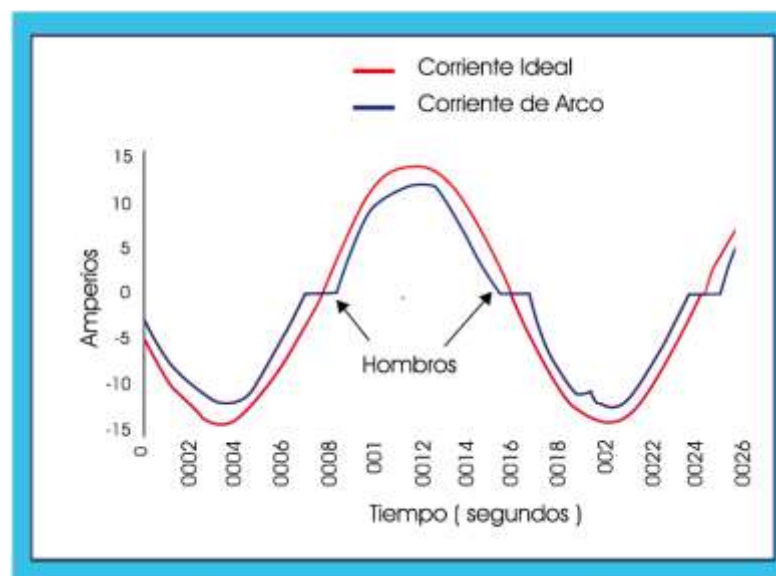
Como se puede ver, este tipo de breakers brindan una protección adicional y es la protección de falla a tierra o también llamada diferencial, pero la protección que brinda es para 50mA lo cual se considera como protección para equipos pero no para humanos.

El método usado para la detección son exclusivos de cada fabricante, lo que aquí se expone son las características que presentan las fallas de arco, las mismas que son censadas internamente en el breaker. Las principales características de dichas fallas son las siguientes:

- Hombros planos en el eje (corriente cero): Característica que se debe a que el arco conduce sólo cuando el voltaje es suficiente para superar la brecha existente, la forma de onda de entrada y salida se observan en el gráfico 1.

Gráfico 1

Corriente en una falla en serie



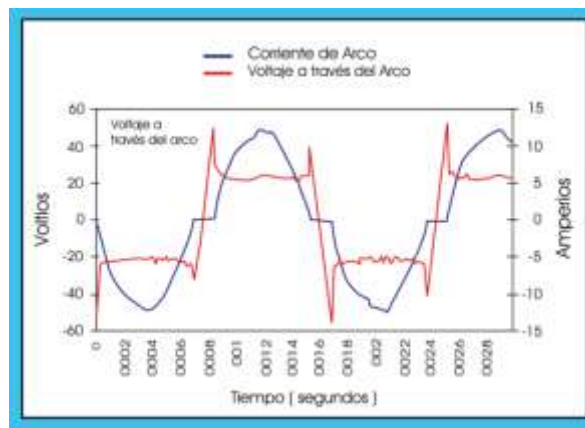
Fuente: (Gregory y Manche, 2000)

- Corriente menor a la corriente ideal. Esto sucede por el aumento en la resistencia del circuito debido a la resistencia propia del medio conductor (aire), este fenómeno se observa en el gráfico 1.

- Cambio de señal de voltaje de sinusoidal a cuadrada, se observa este cambio en el gráfico 2.

Gráfico 2

Voltaje y corriente en una falla en serie



Fuente: (Gregory y Manche, 2000)

- Picos de voltaje en cada medio ciclo (arco se enciende y se apaga), se muestra las formas de onda en el gráfico 3.

Gráfico 3

Voltaje y corriente en una falla fase-fase



Fuente: (Gregory y Manche, 2000)

2.3.3.2 Modo de conexión

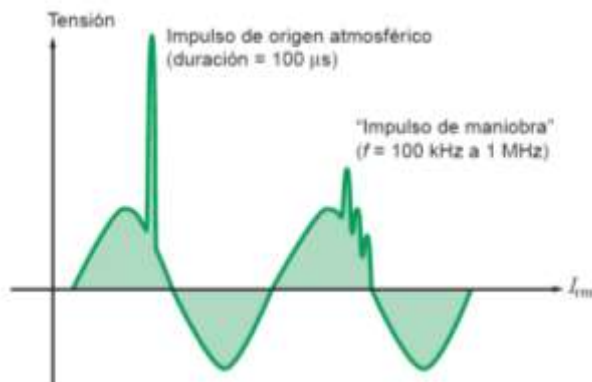
La instalación de las protecciones de falla de arco siguen el mismo principio que las protecciones diferenciales.

2.3.4 Protección contra sobre tensión

Una sobretensión es una onda o un impulso mayor a la tensión de la red, son de alta frecuencia, el valor de tensión varía desde 50 V hasta los miles de voltios, esto se trata de un fenómeno accidental, las causas de las sobretensiones son muy variadas, su duración es generalmente menor que 1ms, como se muestra en el gráfico 4.

Gráfico 4

Tipos de sobretensión

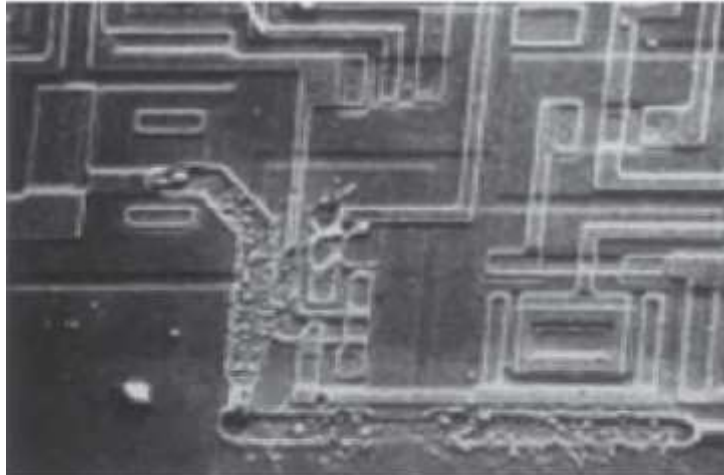


Fuente: (Schneider Electric España, S.A., 2008)

Este tipo de fallas son llamadas también transitorios, causan el daño de los equipos a corto y a largo plazo dependiendo del voltaje y corriente de falla, este tipo de fallos causan oxidación en las pistas de la tarjeta de circuitos, causando que el circuito fluya de manera anormal causando el deterioro del equipo, como se puede observar en la figura 22.

Figura 22

Oxidación en pistas de circuitos



Fuente: (Emerson Network Power, 2011)

2.3.4.1 Tipos de sobretensiones

Existen cuatro tipos de sobretensiones:

2.3.4.1.1 Sobretensiones de origen atmosférico

Este tipo de sobretensiones son causados por los rayos, los rayos provienen de la descarga de cargas eléctricas (-) que se acumulan en las nubes, el suelo también tiene una carga eléctrica opuesta a las cargas que se encuentran en las nubes (+), formándose de esta manera un condensador entre las nubes y la tierra, para luego producirse una descarga; también hay rayos en los que las cargas eléctricas son contrarias esto significa que en las nubes se encuentran cargas (+) y en el suelo cargas (-), son menos comunes, los rayos anteriormente expuestos son descendentes.

Alrededor de la tierra se forman de 2000 y 5000 tormentas constantemente, estas tormentas vienen acompañadas de descargas

eléctricas; en la tierra anualmente caen un promedio de 3 000 000 000 de rayos.

Los rayos son peligrosos y causan daños a equipos como también pueden causar la muerte en humanos y animales, el coste producido por los daños causados por los rayos es muy alto, pues se tiene que tomar en cuenta el coste de los efectos secundarios provocados por los rayos, así por ejemplo si en una industria o en un hogar se tiene el daño de un equipo, se debería, además del valor del mismo, calcular el daño que se produciría por el daño del equipo, en una industria puede verse reflejado en la parada de la producción, en un hogar podría ser la pérdida de información de mucha valía para el afectado.

Los rayos causan muchos efectos físicos al hacer contacto con algún elemento en tierra, los más importantes son descritos a continuación:

- Efectos Térmicos. Debido a la circulación de corriente se producen incendios.
- Efectos Electrodinámicos. Las corrientes de los rayos al circular en cables paralelos generan atracción o repulsión en dichos cables, esto debido a la producción de campos magnéticos por la circulación de la corriente, lo que produce roturas o deformaciones.
- Efectos De Combustión. Los rayos al caer en árboles o maleza pueden producir la combustión de los mismos, pudiendo llegar a dar como resultado un incendio.
- Sobretensiones. Estas sobretensiones son el resultado de la caída de un rayo en las líneas aéreas sean eléctricas, telefónicas o de cualquier otro tipo.
- Sobretensiones inducidas.

Según Schneider Electric España, S.A. (2008), "Por el efecto de radiación electromagnética del canal del rayo que actúa como antena

en varios kilómetros y lo cruza una corriente de impulso considerable” (p.J4).

- Aumento del potencial de tierra.

Según Schneider Electric España, S.A. (2008), “Causado por la circulación de la corriente del rayo por la tierra. Esto explica las caídas de rayos indirectas por tensión de paso y los defectos de los equipos” (p. J4).

2.3.4.1.2 Sobretensiones de funcionamiento o de maniobra

Según Schneider Electric España, S.A. (2008), “Un cambio brusco en las condiciones de funcionamiento establecidas de una red eléctrica provoca los fenómenos transitorios. Se trata por lo general de ondas de sobretensión de oscilación amortiguadas o de alta frecuencia

Se dice que presentan un frente lento: su frecuencia varía de varias decenas a varios cientos de kilohercios” (p. J4).

Este tipo de sobretensiones pueden producirse por las siguientes causas:

- Sobretensiones de dispositivos de desconexión.

Esto es causado por la apertura o disparo de los dispositivos de protección, además también puede causarse por la apertura o el cierre de los dispositivos de control (relés, contactores, etc.).

- Sobretensiones de los circuitos inductivos.

Estas sobretensiones se deben a los arranques o paradas de motores, la apertura de transformadores, como centros de transformación de MT/BT.

- Sobretensiones de circuitos capacitivos.

Esto se debe a la conexión de baterías o condensadores a la red.

- Sobretensiones por dispositivos de uso diario.

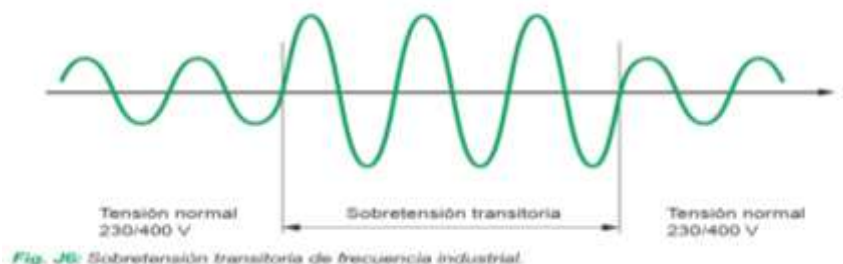
Este tipo de sobretensiones es causado por todos los dispositivos que tienen una bobina, un condensador o un transformador en la entrada de alimentación, por ejemplo: relés, contactores, televisores, impresoras, etc.

2.3.4.1.3 Sobretensiones transitorias de frecuencia industrial

Estas sobretensiones tienen frecuencias de 50, 60 o 400Hz, en el gráfico 5 se puede ver una sobretensión con una frecuencia de 60Hz.

Gráfico 5

Sobretensión transitoria de frecuencia industrial



Fuente: (Schneider Electric España, S.A., 2008)

Según Schneider Electric España, S.A. (2008), “El arco de un spark-gap de protección en media o alta tensión produce un aumento de potencial de tierra durante la acción de los dispositivos de protección. Estos dispositivos de protección siguen ciclos de conmutación automática, lo que recreará un defecto si persiste” (p. J5).

- Sobre tensiones producidas por descargas electrostáticas

Estas sobretensiones se originan por la descarga electrostática acumulada mediante una estructura conductora, desprende una descarga de varios amperio en un periodo muy pequeño en el orden de los nanosegundos, si por la estructura se transmite dicha descarga a aparatos electrónicos muy sensibles puede dañar sus componentes o placas de los circuitos.

2.3.4.2 Métodos de propagación

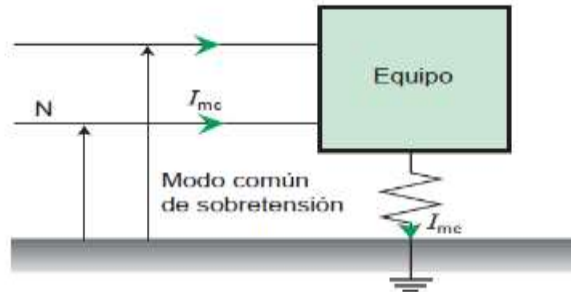
Métodos de propagación:

- Modo Común.

Según Schneider Electric España, S.A. (2008), “Las sobretensiones en modo común se producen entre las partes activas y la tierra: fase/tierra o neutro/tierra” (p. J6)

Figura 23

Modo común de propagación



Fuente: (Schneider Electric España, S.A., 2008)

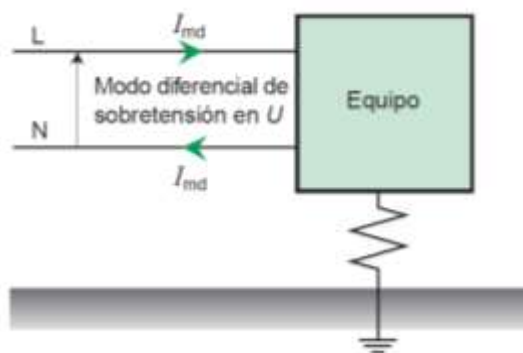
Según Schneider Electric España, S.A. (2008), “Resultan especialmente peligrosas para los dispositivos cuyas estructuras (masa) se encuentren conectadas a tierra, debido al riesgo de defecto dieléctrico” (p. J6).

- Modo diferencial.

Según Schneider Electric España, S.A. (2008), “Las sobretensiones en modo diferencial circulan entre los conductores activos de fase/fase” (p. J6).

Figura 24

Modo de propagación diferencial



Fuente: (Schneider Electric España, S.A., 2008)

Según Schneider Electric España, S.A. (2008), “Resultan especialmente peligrosas para los equipos electrónicos, los equipos informáticos, etc.” (p. J6).

2.3.4.3 Dispositivos de protección contra sobretensiones

- Dispositivos De Protección en serie.

Este dispositivo se conecta en serie con el circuito a proteger (son específicos para un dispositivo o aplicación).

Figura 25

Dispositivo de protección en serie



Fuente: (Schneider Electric España, S.A., 2008)

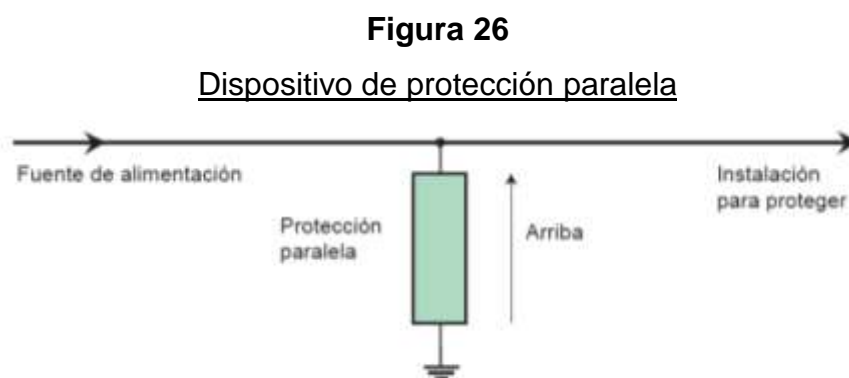
El tamaño de estos dispositivos es acorde a la instalación que se va a proteger.

Los elementos más conocidos para la protección en serie son los siguientes:

- Filtros. Usan los principios RLC, tiene como objetivo específico la atenuación de sobretensiones de maniobra para una banda de frecuencia definida, este tipo de protección no brinda protección para sobretensiones de origen atmosférico.

- Transformadores. Atenúan por la inductancia interna las sobretensiones.
- Absorbedores de onda. Según Domínguez (2010) “Los absorbedores de onda están constituidos, esencialmente, por inductancias al aire para limitar las sobretensiones y limitadores para absorber las corrientes. Se adaptan perfectamente a la protección de aparatos sensibles informáticos y electrónicos” (p. 32)
- Acondicionadores de red y sistemas de alimentación ininterrumpida. Son usados para proteger material muy sensible, como aparatos informáticos, internamente la mayoría de veces poseen los dispositivos expuestos anteriormente, tampoco brindan protección contra sobretensiones atmosféricas.
- Dispositivos de protección paralela.

Este tipo de protección es el más usado, se conecta en paralelo al circuito a proteger, como se ve en la figura 26:



Fuente: (Schneider Electric España, S.A., 2008)

Características:

- La tensión nominal del equipo corresponde a la tensión del sistema.

- El equipo pasa en estado de reposo mientras no se produzca una sobre tensión.
- Cuando se detecta una sobretensión, el dispositivo conduce dicha sobretensión a tierra, limitando de esta manera la tensión al nivel de protección deseado, por lo que en condiciones normales tiene una impedancia alta, de esta manera no altera el normal funcionamiento de la línea; si el nivel de tensión supera la tensión nominal la protección presenta una impedancia baja derivando a tierra.

2.3.4.4 Tipos de protección de sobretensiones

Las protecciones de acuerdo a su ubicación se dividen en tres tipos, la protección debe realizarse por escalones usando los diferentes tipos de protección, a continuación se muestra los diferentes tipos de protecciones:

- TIPO I.

Este tipo de protecciones son indispensables cuando se espera una descarga directa generalmente de un rayo. Esta protección se la monta entre el secundario del servicio y el lado de la carga.

Figura 27

Protección tipo I (socket)



Fuente: (http://www.leviton.com/OA_HTML/ibcGetAttachment.jsp?cItemId=BM.e-XPXDyki9YsB8l6lsQ)

Figura 28

Protección tipo I (cableado)



Fuente:

(http://www.leviton.com/OA_HTML/ibcGetAttachment.jsp?cltemId=CbvX5XTkiycdVntyIwz3Vg)

- TIPO II.

Son muy usados se los usa al lado de la carga en el panel principal, se los instala aguas abajo de la protección tipo I.

Figura 29

Protección tipo II



Fuente: (http://www.homedepot.com/catalog/productImages/400/fc/fcaea070-d1ec-4c04-8e22-7858e770d534_400.jpg)

- TIPO III.

Estos protectores brindan una protección para aparatos sensibles.

Estos protectores se los conecta a una distancia mínima de 10 m del panel principal.

Figura 30
Protección tipo III



Fuente: (http://www.homedepot.com/catalog/productImages/400/96/960a5408-2a12-4975-b8c9-fd541869868a_400.jpg)

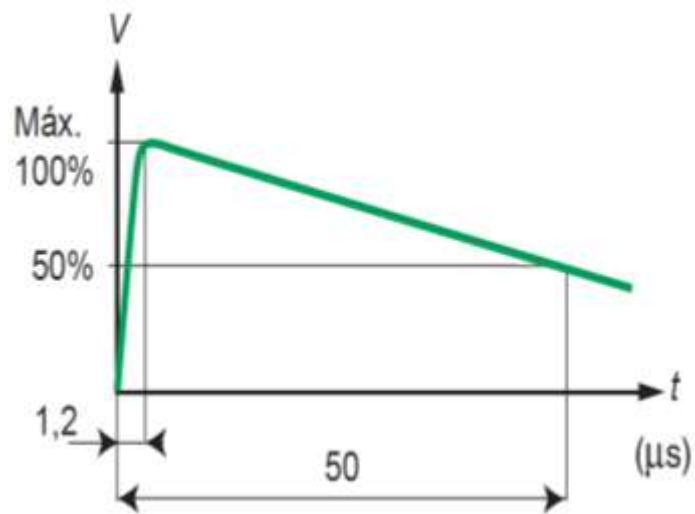
Los tres tipos de protección citados anteriormente tienen que cumplir con la norma UL 1449 3ª edición, la cual exige dos pruebas para su aceptación, las pruebas se detallan a continuación.

- Voltaje nominal de protección (VPR).

El voltaje nominal de protección es el voltaje residual que se lo mide luego de aplicar a la protección una onda de 6000V y 3000A; la amplitud de la onda para de voltaje es de 1.2/50 μ s y la amplitud para la corriente de cortocircuito es de 8/20 μ s, el primer valor de la amplitud indica el tiempo que tarda la onda en incrementar del 10% del valor hasta el 90% del mismo, y el segundo valor es el tiempo que toma la onda en llegar al 50% del valor nominal, para la onda de voltaje se puede observar en la gráfico 6 y para la corriente gráfico 7.

Gráfico 6

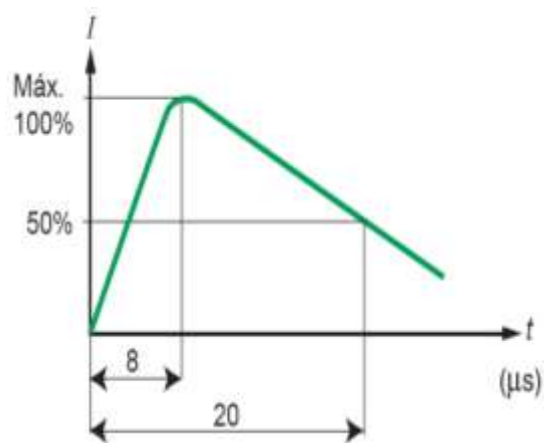
Onda de tensión amplitud 1.2/50 μ s



Fuente: (Schneider Electric España, S.A., 2008)

Gráfico 7

Onda de tensión corriente 8/20 μ s



Fuente: (Schneider Electric España, S.A., 2008)

Para la clasificación del equipo se usa después de las mediciones la tabla 4.

Tabla 4

Tabla de la UL para la asignación de valor de voltaje nominal

Voltaje residual medido	Voltaje nominal de protección (VPR)
330 o menos	330
331-400	400
401-500	500
501-600	600
601-700	700
701-800	800
801-900	900
901-1000	1000
1001-1200	1200
1201-1500	1500
1501-1800	1800
1801-2000	2000
2001-2500	2500
2501-3000	3000
3001-4000	4000
4001-5000	5000
5001-6000	6000

Fuente (Eaton Corporation, 2011)

- Corriente nominal de descarga

La corriente nominal de descarga se aplica solo para las protecciones tipo 1 y tipo 2, las tipo 3 no tienen una corriente nominal de descarga establecida, los valores de corriente para las protecciones tipo 1 son de 10kA y 20kA y para los tipo 2 los valores de corriente nominal de descarga son de 3kA, 5kA, 10kA y 20kA.

Las pruebas que se realizan para obtener el valor de corriente consisten en 3 grupos cada uno de 5 impulsos con un total de 15 impulsos, los impulsos tienen una forma de onda de 8/20 μ s, luego de cada impulso se debe aplicar dentro de 1s la tensión máxima de

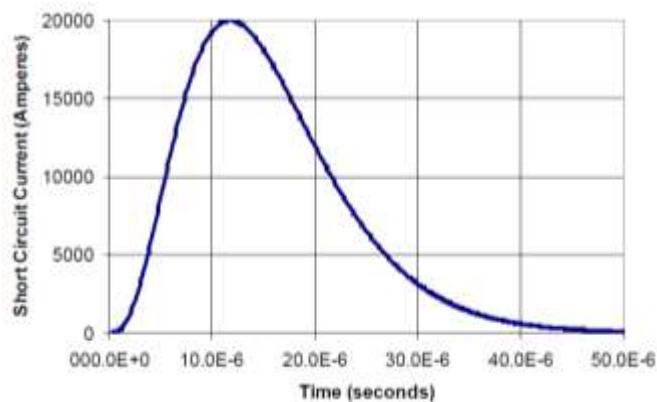
funcionamiento (MCOV) durante 1 minuto, después de cada grupo el elemento puede descansar por 30 minutos, luego de finalizada la prueba se le somete por 15 minutos más a la tensión máxima de funcionamiento y se realizan nuevamente las pruebas para verificar el voltaje nominal de protección.

Esta prueba se realiza en las diferentes combinaciones L-N, L-T, N-T, L-L y el producto se etiqueta con el valor más pequeño de todos los modos.

En el gráfico 8 podemos ver la prueba para una protección con una corriente nominal de descarga de 20kA.

Gráfico 8

Corriente de descarga para protección de 20kA



Fuente: (White Paper, 2009)

2.3.4.5. Modo de conexión

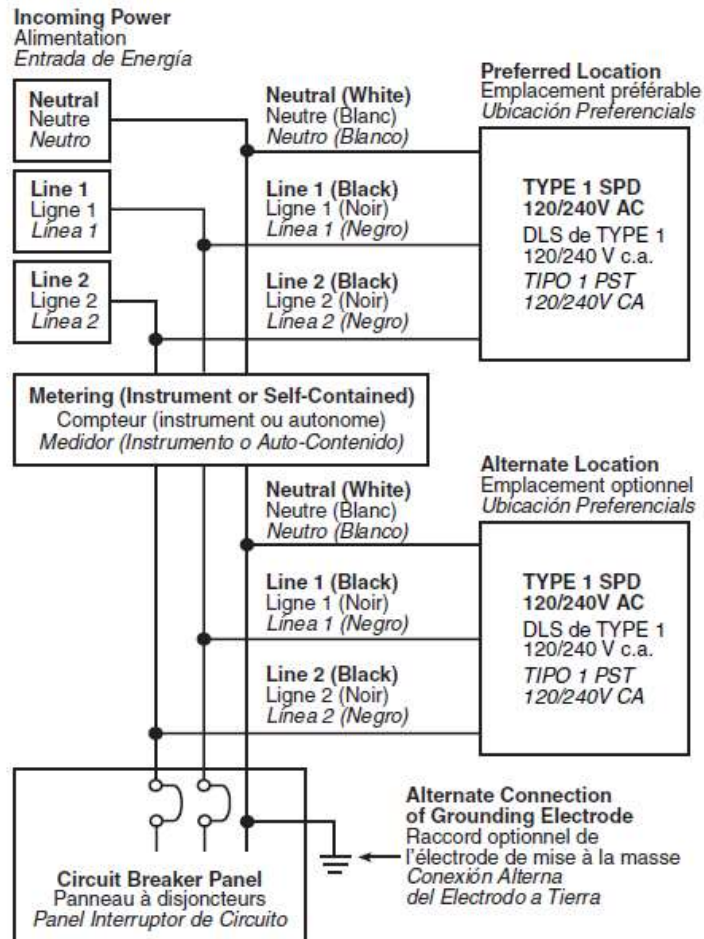
La norma UL indica que para la protección tipo I (cableada) y tipo II la longitud de cable debe ser de 6 pulgadas (15.24cm), mientras menor sea la distancia mejor será el desempeño del equipo.

2.3.4.5.1 Protecciones “Tipo I”

La conexión de las protecciones socket se las hace con medidores del mismo tipo solo se intercalan entre la base y el medidor, en el caso de los cableados se realizará de acuerdo al modelo y al método de conexión indicado por el fabricante para el modelo de protección de citado aquí (figura 30) su conexión se la debe realizar como se observa en la figura 31.

Figura 31

Método de conexión para protección cableada (55240-ASA)



Fuente: (Leviton Mfg. Co., Inc., 2010)

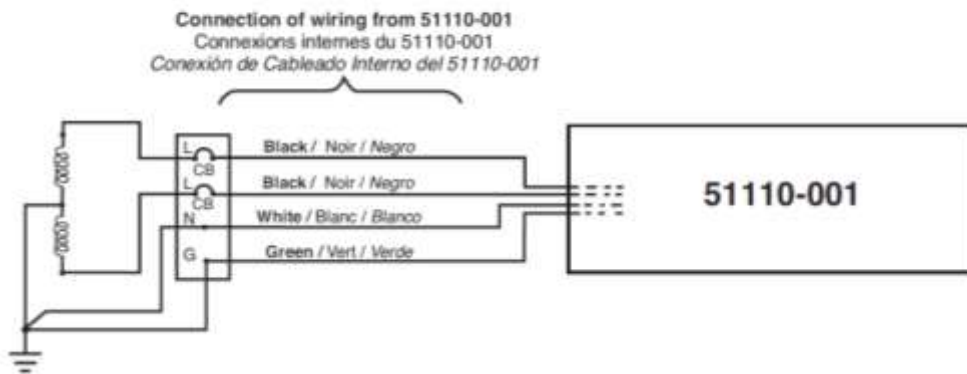
2.3.4.5.2 Protecciones “Tipo II”

La mayoría de protecciones de sobre voltaje de este tipo requieren adicional una protección termo magnética, la conexión que se muestra en la figura 32 es la conexión requerida para la protección de la figura 31 en este caso la protección termo magnética requerida es de 20A.

Figura 32

Método de conexión (51110-001)

Figure 1 – Electrical Wiring Diagram
Figure 1 – Schéma de câblage électrique
Figura 1 – Diagrama de Cableado Eléctrico



Fuente: (Leviton Mfg. Co., Inc., 2010)

2.3.4.5.3 Protecciones “Tipo III”

La conexión es la misma que la de un tomacorriente normal.

2.3.4.6 Diagnóstico de los materiales a proteger

El riesgo de daño de la carga se obtiene de la siguiente formula:

$$R = S + C + I$$

Donde:

R: riesgo de la carga

S: sensibilidad del equipo

C: coste del equipo

I: consecuencias de la indisponibilidad del equipo

Para conocer el valor de sensibilidad del equipo se usa los valores expresados en la tabla 5.

Tabla 5
Sensibilidad del equipo

S = 1	S = 2	S = 3
$U > 2,5$ kV categoría III y IV Resistencia al choque elevada o normal	$1,5$ kV $< U < 2,5$ kV Resistencia al choque media	$U < 1,5$ kV categoría I y II Resistencia al choque reducida
Armarios de distribución, aparamenta fija (interruptores automáticos, tomas de corriente...), material de uso industrial (motores, transformadores...), aparatos instalados aguas arriba del cuadro de distribución (contadores, protección de sobrecargas, teledistribución...)	Los aparatos electrodomésticos (lavavajillas, nevera, horno microondas...)	Todos los aparatos sensibles: informática, telefonía, contestador, alarma, fax, cadena hi-fi, televisiones, reguladores, aparatos con circuitos integrados...

Fuente: (Schneider Electric España, S.A., 2008)

Para conocer el valor de C (coste del equipo) usamos la tabla 6.

Tabla 6
Coste del equipo

C = 1	C = 2	C = 3
Coste bajo	Coste medio	Coste elevado
< 2050 \$	de 2050 \$ a 20500 \$	> 20500 \$

Fuente: (Schneider Electric España, S.A., 2008)

Para conocer el valor de I (consecuencias de indisponibilidad del equipo) usamos los valores de la tabla 7.

Tabla 7
Consecuencias de indisponibilidad del equipo

I = 1	I = 2	I = 3
Ninguna incidencia para la actividad	Interrupción parcial de la actividad	Interrupción total o muy importante de la actividad (consecuencias económicas inaceptables)

Fuente: (Schneider Electric España, S.A., 2008)

2.4 Puesta a tierra

Un sistema de puesta a tierra tiene como finalidad garantizar la seguridad de los seres vivos en contacto con el sistema, evitar ruidos eléctricos y brindar un punto de referencia en el sistema eléctrico eliminando corrientes parásitas provenientes de la parte exterior del circuito.

Existen dos parámetros de los cuales depende la calidad de la puesta a tierra, resistividad del suelo y resistencia de tierra.

2.4.1 Resistividad del suelo

La resistividad del suelo ρ es la medida de como disipa el suelo la corriente eléctrica, se mide en $\Omega \cdot m$ para el cálculo de resistencia aplicamos la siguiente formula:

$$R = \rho \frac{L}{A}$$

Donde:

R: es la resistencia medida en Ω

ρ : es la resistividad medida en $\Omega \cdot m$

L: es la longitud de enterramiento del electrodo

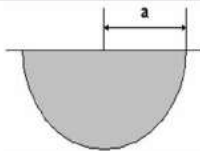

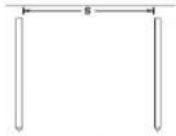

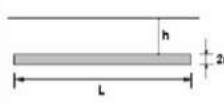
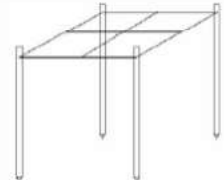
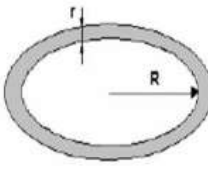
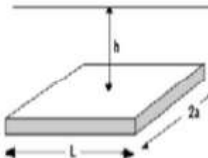
A: área transversal del electrodo

Como se puede apreciar la resistencia es directamente proporcional a la resistividad del suelo, la misma depende de la profundidad a la que se instala el electrodo y la humedad del terreno.

De acuerdo al electrodo usado se puede usar las expresiones mostradas en la tabla 8 para calcular el valor de resistencia.

Tabla 8

Expresiones de resistencia de puesta a tierra

Ítem	Simbología	Tipo de Sistema	Ecuación
1		Semiesfera, radio a	$RPT = \frac{\rho}{2 \cdot \pi \cdot L}$
2		Electrodo vertical de longitud L y radio a	$RPT = \frac{\rho}{2 \cdot \pi \cdot L} \cdot Ln\left(\frac{2 \cdot L}{a}\right)$
3		2 electrodos a distancia S > L	$RPT = \frac{\rho}{2} \cdot \left(0.404 + \frac{0.16}{S} \cdot Ln(1.31)\right)$
4		N electrodos en línea recta S > 2L	$RPT = \frac{\rho}{N} \cdot \left(0.404 + \frac{0.16}{S} \cdot Ln(0.655 \cdot N)\right)$
5		Conductor horizontal de longitud L, enterrada h > 6r, r radio del conductor	$RPT = \frac{\rho}{2 \cdot \pi \cdot L} \cdot \left(Ln\left(\frac{L}{r}\right) + Ln\left(\frac{L}{2 \cdot h}\right)\right)$
6		Electrodo en cada esquina A = Área total L = longitud total de conductor	$RPT = 0.443 \cdot \frac{\rho}{\sqrt{A}} + \frac{\rho}{L}$
7		Anillo de conductor radio del anillo R radio del conductor r enterrada S/2	$RPT = \frac{\rho}{4 \cdot \pi^2 \cdot R} \cdot Ln\left(\frac{8 \cdot R}{r}\right)$
8		Placa horizontal h > 3a	$RPT = \frac{\rho}{2 \cdot \pi \cdot L} \cdot \left(Ln\left(\frac{2 \cdot L}{a}\right) + Ln\left(\frac{L}{2 \cdot h}\right)\right)$

Fuente: (Pérez, Garnica, Delgado y Landaverde, 2010)

Los valores típicos de resistividad se muestran en la tabla 9.

Tabla 9
Valores típicos de resistividad

Naturaleza del material	Resistividad en ohm-m
Terrenos pantanosos	de algunas unidades a 30
Limo	20 a 100
Humus	10 a 150
Turba	5 a 100
Arcilla plástica	50
Margas y arcillas compactadas	100 a 200
Arena arcillosa	30 a 40
Arena silícea	50 a 500
Suelo con boleos cubierto de césped	200 a 3000
Suelo con boleos	300 a 500
Calizas blandas	1500 a 3000
Calizas compactadas	100 a 300
Calizas agrietadas	1000 a 5000
Pizarras	500 a 1000
Rocas de mica y cuarzo	800
Granitos y gneis procedentes de alteración	1500 a 10000
Granitos y gneis muy alterados	100 a 600

Fuente: (Pérez, Garnica, Delgado y Landaverde, 2010)

2.4.2 Métodos de mejoramiento de la tierra



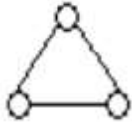
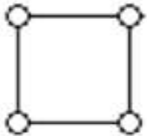
En casos que el valor de resistencia de tierra no cumpla con los estándares requeridos por la empresa distribuidora hay varios métodos para su mejoramiento, los métodos son los siguientes:

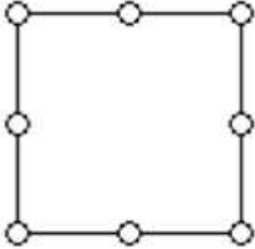
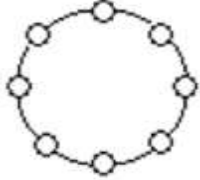
- El aumento de la longitud de la varilla de tierra.
- La utilización de varias varillas.
- El tratamiento del suelo.
- El aumento del diámetro de los electrodos.
- Cambio de terreno existente por otro de menor resistividad.
- Tratamiento químico electrolítico del suelo.

- La construcción de mallas o zanjas de interconexión con cambio de tierra y tratamiento químico para aprovechar las propiedades de los contrapesos (radiales) con cables desnudos de adecuado calibre.

Para la utilización de varias varillas los porcentajes de reducción de acuerdo a su configuración se muestra en la tabla 10.

Tabla 10
Porcentaje de reducción de la resistencia de la malla

Configuración	Descripción	Porcentaje de reducción de la resistencia de la malla
	2 electrodos en paralelo	Reducción al 55%
	3 electrodos en línea recta	Reducción al 35%
	3 electrodos en delta	Reducción al 38%
	4 electrodos en cuadro	Reducción al 28%

	<p>8 electrodos en cuadro</p>	<p>Reducción al 17%</p>
	<p>8 electrodos en círculo</p>	<p>Reducción al 16%</p>

Fuente: (Pérez, Garnica, Delgado y Landaverde, 2010)

2.5 Código eléctrico nacional

El código eléctrico nacional expone una guía para el cálculo y los requerimientos de las protecciones eléctricas en domicilios, comercios y otros, a continuación se brinda una guía para los circuitos ramales y las acometidas.

2.5.1 Protecciones eléctricas

En las instalaciones se tiene varios circuitos ramales, se separa los circuitos de iluminación de los de carga y de circuitos específicos por lo general equipos con potencia elevada (hornos eléctricos, duchas, etc.); un circuito ramal se define como la extensión comprendida desde la última protección aguas arriba hasta el último tomacorriente aguas abajo; en caso del circuito de carga, o de iluminación hasta el último punto.

En todos los casos se usará un valor de voltaje de 120 V y 240 V aun cuando el voltaje en un domicilio específico puede ser menor o mayor, hay que tener en cuenta que las empresas distribuidoras aceptan un $\pm 5\%$ del valor nominal.

El diseño del sistema de protección representa un desafío inmenso puesto que es imposible determinar los equipos que se conectaran al circuito y los posibles cambios que pueden surgir con el pasar de los años, además teniendo en cuenta que debemos regirnos a las normas en vigencia.

Para cada circuito ramal el Código Eléctrico Nacional en su artículo 210-3 indica “La clasificación de los circuitos ramales que no sean individuales debe ser de 15, 20, 30, 40 y 50 A” (p. 30)

2.5.1.1 Circuito de iluminación

Según el código eléctrico nacional, artículo 210-23 a) se permite la instalación de circuitos ramales de 15 y 20 A para iluminación, teniendo en cuenta que la corriente no supere el 80% de la corriente nominal del circuito ramal, se puede usar circuitos ramales de mayor potencia, pero se lo hará sólo para porta bombillas de servicio pesado (potencia nominal no menor a 600 W) como nos indica el código en el artículo 210-21 a).

Para obtener la potencia requerida en la iluminación de acuerdo al Código Eléctrico Nacional se tiene los siguientes valores de carga unitaria de acuerdo al tipo de ocupación (tabla 11).

Tabla 11**Cargas de alumbrado general por tipo de ocupación**

Tipo de ocupación	Carga unitaria (VA/m²)
Cuarteles y Auditorios	10
Bancos	38**
Barberías y salones de belleza	32
Iglesias	10
Clubes	22
Juzgados	22
Unidades de Vivienda*	32
Garajes públicos (Propiamente dichos)	5
Hospitales	22
Hoteles y moteles, incluidos bloques de apartamentos sin cocina*	22
Edificios industriales y comerciales	22
Casa de huéspedes	16
Edificios de oficinas	38*
Restaurantes	22
Colegios	32
Tiendas	3,5
Depósitos	
En cualquiera de los lugares anteriores excepto en viviendas unifamiliares y unidades individuales de vivienda bifamiliares y multifamiliares	10
-Lugares de reunión y auditorios	10
-Recibidores, pasillos, armarios, escaleras	5
-Lugares de almacenaje	2,5

Fuente: (Código Eléctrico Nacional, 2001)

* Todas las salidas de tomacorriente de uso general de 20 A nominales o menos en unidades de vivienda unifamiliares, bifamiliares y multifamiliares y en las habitaciones de los de hoteles y moteles [excepto las conectadas a los circuitos de tomacorrientes especificados en el

Artículo 220-4.b) y c)], se deben considerar como salidas para alumbrado general y en tales salidas no serán necesarios cálculos para cargas adicionales.

Además se debe incluir una carga unitaria de 10 VA por metro cuadrado para salidas de tomacorriente de uso general cuando no se sepa el número real de este tipo de salidas de tomacorriente.

Para alumbrados de vitrinas el código eléctrico nacional en el artículo 220-12 nos indica que se debe calcular una carga mínima de 650 VA (error en el código) por cada metro lineal de vitrina.

2.5.1.2 Circuitos para pequeños artefactos (tomacorrientes)

Para conocer la potencia del circuito ramal para pequeños artefactos multiplicamos el número de circuitos ramales bifilares de iluminación por una potencia de 1500 W como se indica en el artículo 220-16 a) del código eléctrico nacional.

Además se debe tener en cuenta que en edificaciones que no sean de vivienda los tomacorrientes no pueden tener una potencia de 180 VA por salida, esto se encuentra establecido en el código eléctrico nacional en el artículo 220-13.

2.5.1.3 Circuitos de uso exclusivos

- Ducha. La ducha por tener una potencia elevada requiere un circuito exclusivos como nos indica el código eléctrico según el artículo 210-8 c)
- Circuito de lavado y planchado. La carga para este tipo de circuitos se debe calcular con un valor mínimo de 1500 VA por cada circuito bifilar esto según el código eléctrico nacional artículo 220-16 b).
- Secadoras eléctricas. Para secadoras eléctricas se usara un valor de 5 kW (VA) como mínimo, si el artefacto es de una potencia mayor se usará dicho valor como requiere el código eléctrico en el artículo 220-18.
- Cocinas eléctricas, hornos, estufas y demás artefactos de cocina. Para estos aparatos debemos instalar circuitos de uso exclusivo de acuerdo a los datos de placa de cada uno de ellos.

2.5.1.4 Factores de demanda

- Para cargas de uso continuo se usara un factor de 125% del valor calculado como lo requiere el código en el artículo 220-3 a).
- Factores de demanda para iluminación, pequeños electrodomésticos, planchado y lavandería en unidades de vivienda. El código permite agrupar estas cargas y realizar el cálculo de factor de demanda con la tabla 12, según el artículo 220-16.

Tabla 12Factores de demanda para alimentadores de cargas de alumbrado

Tipo de ocupación	Parte de la carga de alumbrado a la que se aplica el factor de demanda (VA)	Factor de demanda %
Unidades de vivienda	Primeros 3000 o menos	100
	De 3001 a 120000	35
	A partir de 120000	25
Hospitales*	Primeros 50000 o menos	40
	A partir de 50000	20
Hoteles y moteles incluidos bloques de apartamentos sin cocina	Primeros 20000 o menos	50
	De 20001 a 100000	40
	A partir de 100000	30
Depósitos	Primeros 12500 o menos	100
	A partir de 12500	50
Todos los demás	VA totales	100

Fuente: (Código Eléctrico Nacional, 2001)

*Los factores de demanda de este cuadro no se aplican a la carga calculada de los circuitos de suministro a las zonas de hospitales, hoteles y moteles en las que es posible que se deba utilizar toda la iluminación al mismo tiempo, como quirófanos, comedores y salas de baile.

- Secadoras domésticas. Para secadoras se usará los valores de la tabla 13, según el código artículo 220-18.

Tabla 13

Factores de demanda para secadoras domésticas eléctricas de ropa

Número de secadoras	Factor de demanda %
1	100
2	100
3	100
4	100
5	80
6	70
7	65
8	60
9	55
10	50
11-13	45
14-19	40
20-24	35
25-29	32,5
30-34	30
35-39	27,5
De 40 en adelante	25

Fuente: (Código Eléctrico Nacional, 2001)

- Cocinas eléctricas, hornos, estufas y demás artefactos de cocina en unidades de vivienda. Para equipos de más de 1,75 kW (kVA) se aplicara el factor de demanda ilustrado en la tabla 14, según el código artículo 220-19.

Tabla 14

Factores de demanda para estufas eléctricas domésticas, hornos de pared, estufas de sobreponer y otros electrodomésticos de cocina de más de 1,75kW nominales. (La columna A se debe aplicar en todos los casos, excepto los recogidos en la nota 3).

Números de artefactos	Demanda máxima (kW) (véanse notas)	Factor de demanda (%) (véase nota 3)	
	Columna A (no más de 12kW nominales)	Columna B (menos de 3,5 kW nominales)	Columna C (de 8,75kW nominales)
1	8	80%	80%
2	11	75%	65%
3	14	70%	55%
4	17	66%	50%
5	20	62%	45%
6	21	59%	43%
7	22	56%	40%
8	23	53%	36%
9	24	51%	35%
10	25	49%	34%
11	26	47%	32%
12	27	45%	32%
13	28	43%	32%
14	29	41%	32%
15	30	40%	32%
16	31	39%	28%
17	32	38%	28%
18	33	37%	28%
19	34	36%	28%
20	35	35%	28%
21	36	34%	26%
22	37	33%	26%
23	38	32%	26%
24	39	31%	26%
25	40	30%	26%
26-30	15 más 1kW por cada estufa 25 más 0,75 kW por cada estufa	30%	24%
31-40		30%	22%
41-50		30%	20%
51-60		30%	18%
De 61 en adelante		30%	16%

Fuente: (Código Eléctrico Nacional, 2001)

Notas a la tabla:

1) Todas las estufas de más de 12 kW hasta 27 kW tienen el mismo valor nominal. Para las estufas individuales de más de 12 kW pero no más de 27 kW, se debe aumentar la demanda máxima de la columna A un 5 % por cada kW adicional o fracción, por encima de los 12 kW.

2) Las estufas de más de 8,75 kW hasta 27 kW son de distinto valor nominal. Para las estufas con potencia individual de más de 8,75 kW y de distinto valor nominal pero que no superen los 27 kW, se debe calcular un valor nominal medio sumando los valores nominales de todas las estufas para obtener la carga total conectada (poniendo 12 kW por cada estufa de menos de 12 kW) y dividiendo el total por el número de estufas. Después se debe aumentar la demanda máxima de la columna A un 5 % por cada kW o fracción que exceda de 12 kW.

3) De más de 1,75 kW hasta 8,75 kW. En lugar del método de la columna A, se permite añadir la potencia nominal de todos los artefactos electrodomésticos de más de 1,75 kW nominales pero no más de 8,75 kW y multiplicar la suma por los factores de demanda de las columnas B o C, según el número de artefactos. Cuando la potencia nominal de los artefactos electrodomésticos corresponda a las columnas B y C, se deben aplicar los factores de demanda de cada columna a los artefactos de esa columna y sumar los resultados.

4) Carga del circuito ramal: se permite calcular la carga del circuito ramal de una estufa según la Tabla 220-19. La carga del circuito de un horno de pared o una estufa en mostrador debe ser el valor de la placa de características del artefacto. La carga de un circuito ramal de una estufa de sobreponer y no más de dos hornos de pared, conectados todos al mismo ramal y situados en la misma cocina, se debe calcular sumando los valores de la placa de características de cada artefacto y considerando ese total como equivalente a una estufa.

5) Esta Tabla se aplica también a artefactos electrodomésticos de cocina de más de 1,75 kW utilizados en programas educativos.

- Equipos de cocinas en edificaciones no residenciales. Estos se calcularán usando la tabla 15 según la norma artículo 220-20.

Tabla 15

Factor de demanda del alimentador de equipos de cocina comercial

Número de equipos	Factor de demanda %
1	100
2	100
3	90
4	80
5	70
6 o más	65

Fuente: (Código Eléctrico Nacional, 2001)

- Tomacorrientes en edificaciones no residenciales. En este tipo de edificaciones se usará el factor de demanda indicado en la tabla 16, el mismo que es requerido por el código eléctrico en el artículo 220-13.

Tabla 16

Factores de demanda para cargas de tomacorrientes en edificaciones no residenciales

Parte de la carga del tomacorriente a la que se aplica el factor de demanda (VA)	Factor de demanda %
Primeros 10000VA o menos	100
A partir de 10000VA	50

Fuente: (Código Eléctrico Nacional, 2001)

2.5.1.5 Carga del neutro del alimentador

Para el cálculo de la carga del neutro tomamos el valor de potencia calculado de acuerdo a las secciones anteriores a excepción de las cargas de estufas eléctricas domésticas, hornos de pared, estufas de sobreponer, otros electrodomésticos de cocina y secadoras eléctricas las que se calcularán aplicando un valor de 70% si para el cálculo de potencia se usaron los factores de demanda de la tabla 14 como nos indica el código en el artículo 220-22.

2.5.1.6 Requerimientos de protección para personas

El código establece métodos de protección para personas los mismos que son listados a continuación:

- Unidades de vivienda. El código en el artículo 210-8 a) exige el uso de tomacorrientes con protección a fallas de tierra en los tomacorrientes adyacentes a lavamanos independientemente de si se encuentran en cuartos de baño, tomacorrientes que se encuentren al nivel del suelo y que el lugar se use como zona de almacenamiento o de trabajo. El artículo 215-9 permite que las protecciones de los alimentadores de dichos circuitos sean del tipo diferencial.
- Edificaciones que no sean de vivienda. El código en el artículo 210-8 b) exige el uso de tomacorrientes con protección a fallas de tierra en los tomacorrientes instalados en cuartos de baños y azoteas.
- Duchas eléctricas. Se requiere protección de falla a tierra, además la conexión debe ser a prueba de agua como requiere el código en el artículo 210-8 c).

2.5.1.7 Calibre de conductores

Los calibres de conductores se dimensionarán con los valores de corriente como indica en el código eléctrico nacional en el artículo 318-11, para esto usaremos las tablas 17 y 18.

Tabla 17

Capacidad de corriente permisible en conductores aislados para 0 a 2 000 V nominales y 60° C a 90° C. No más de tres conductores portadores de corriente en una canalización, cable o tierra (directamente enterrados) y temperatura ambiente de 30° C

Sección transversal	Temperatura nominal del conductor (Ver Tabla 310-13)						Calibre
	60°C	75°C	90°C	60°C	75°C	90°C	
	Tipo S, TW*, UF*	Tipos FEPW*, RH*, RHW*, THHW*, THW*, THWN*, XHHW*, USE*, ZW*	Tipos TBS, SA, SIS, FEP*, FEPB*, MI, RHH*, RHW-2, THHN*, THHW*, THW-2*, THWN-2*, USE-E, XHH, XHHW*, XHHW-2, ZW-2	Tipos TW*, UF*	Tipos RH*, RHW*, THHW*, THW*, THWN*, XHHW*, USE*	Tipos TBS, SA, SIS, THHN*, THHW*, THW-2, THWN-2, RHH*, RHW-2, USE-2, XHH, XHHW, XHHW-2, ZW-2	
mm ²	COBRE			ALUMINIO O ALUMINIO RECUBIERTO DE COBRE			AWG o kcmils
0,82	----	----	14	----	----	----	18
1,31	----	----	18	----	----	----	16
2,08	20*	20*	25	----	----	----	14
3,30	25*	25*	30*	20*	20*	25*	12
5,25	30	35*	40*	25	30*	35*	10
8,36	40	50	55	30	40	45	8
13,29	55	65	75	40	50	60	6
21,14	70	85	95	55	65	75	4
26,66	85	100	110	65	75	85	3
33,62	95	115	130	75	90	100	2
42,20	110	130	150	85	100	115	1
53,50	125	150	170	100	120	135	1/0
67,44	145	175	195	115	135	150	2/0
85,02	165	200	225	130	155	175	3/0
107,21	195	230	260	150	180	205	4/0
126,67	215	255	290	170	205	230	250
152,01	240	285	320	190	230	255	300
177,34	260	310	350	210	250	280	350
202,68	280	335	380	225	270	305	400
253,35	320	380	430	260	310	350	500
304,02	355	420	475	285	340	385	600
354,69	385	460	520	310	375	420	70
380,02	400	475	535	320	385	435	750
405,36	410	490	555	330	395	450	800
456,03	435	520	585	355	425	480	900
506,70	455	545	615	375	445	500	1 000
633,38	495	590	665	405	485	545	1 250
760,05	520	625	705	435	520	585	1 500
886,73	545	650	735	455	545	615	1 750
1 013,40	560	665	750	470	560	630	2 000
FACTORES DE CORRECCION							
Temperatura ambiente en °C	Para temperaturas ambientes distintas de 30°C, multiplicar las anteriores corrientes por el correspondiente factor de los siguientes						Temperatura ambiente en °C
21-25	1,08	1,05	1,04	1,08	1,05	1,04	21-25
26-30	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	26-30
31-35	0,91	0,94	0,96	0,91	0,94	0,96	31-35
36-40	0,82	0,88	0,91	0,82	0,88	0,91	36-40
41-45	0,71	0,82	0,87	0,71	0,82	0,87	41-45
46-50	0,58	0,75	0,82	0,58	0,75	0,82	46-50
51-55	0,41	0,67	0,76	0,41	0,67	0,76	51-55
56-60	----	0,58	0,71	----	0,58	0,71	56-60
61-70	----	0,33	0,58	----	0,33	0,58	61-70
71-80	----	----	0,41	----	----	0,41	71-80

* Si no se permite otra cosa específicamente en otro lugar de este código, la protección contra sobrecorriente de los conductores marcados con un asterisco (*), no debe superar los 15 A para el conductor de sección transversal 2,08 mm² (14 AWG); 20 A para 3,3 mm² (12 AWG) y 30 A para 5,25 mm² (10 AWG), todos de cobre; o 15 A para 3,3 mm² (12 AWG) y 25 A para 5,25 mm² (10 AWG) de aluminio y aluminio recubierto de cobre, una vez aplicados todos los factores de corrección por temperatura ambiente y por número de conductores.

Fuente: (Código Eléctrico Nacional, 2001)

Tabla 18

Capacidad de corriente permisible de conductores sencillos aislados para 0 a 2 000 V nominales al aire libre y temperatura ambiente de 30° C.

Sección transversal	Temperatura nominal del conductor (Ver Tabla 310-13)						Calibre
	60°C Tipos TW*, UF*	75°C Tipos FEPW*, RH*, RHW*, THHW*, THW*, THWN*, XHHW*, USE*, ZW*	90°C Tipos TBS, SA, SIS, FEP*, FEPB*, MI, RHH*, RHW-2, THHN*, THHW*, THW-2*, THWN-2*, USE-E, XHH, XHHW*, XHHW-2, ZW-2	60°C Tipos TW*, UF*	75°C Tipos RH*, RHW*, THHW*, THW*, THWN*, XHHW*, USE*	90°C Tipos TBS, SA, SIS, THHN*, THHW*, THW-2, RHH*, RHW-2, USE-2, XHH, XHHW, XHHW-2, ZW-2	
mm ²	COBRE			ALUMINIO O ALUMINIO RECUBIERTO DE COBRE			AWG o kcmils
0,82	----	----	18	----	----	----	18
1,31	----	----	24	----	----	----	16
2,08	25*	30*	35*	----	----	----	14
3,30	30*	35*	40*	25*	30*	35*	12
5,25	40	50*	55*	35*	40*	40*	10
6,36	60	70	80	45	55	60	8
13,29	80	95	105	60	75	80	6
21,14	105	125	140	80	100	110	4
26,66	120	145	165	95	115	130	3
33,62	140	170	190	110	135	150	2
42,20	165	195	220	130	155	175	1
53,50	195	230	260	150	180	205	1/0
67,44	225	265	300	175	210	235	2/0
85,02	260	310	350	200	240	275	3/0
107,21	300	360	405	235	280	315	4/0
126,67	340	405	455	265	315	355	250
152,01	375	445	505	290	350	395	300
177,34	420	505	570	330	395	445	350
202,68	455	545	615	355	425	480	400
253,35	515	620	700	405	485	545	500
304,02	575	690	780	455	540	615	600
354,69	630	755	855	500	595	675	70
380,02	655	785	855	515	620	700	750
405,36	680	815	920	535	645	725	800
456,03	730	870	985	580	700	785	900
506,70	780	935	1 055	625	750	845	1 000
633,38	890	1 065	1 200	710	855	960	1 250
760,05	980	1 175	1 325	795	950	1 075	1 500
886,73	1 070	1 280	1 445	875	1 050	1 185	1 750
1 013,40	1 155	1 385	1 560	960	1 150	1 335	2 000
FACTORES DE CORRECCIÓN							
Temperatura ambiente en °C	Para temperaturas ambientes distintas de 30°C, multiplicar las anteriores corrientes por el correspondiente factor de los siguientes						Temperatura ambiente en °C
21-25	1,08	1,05	1,04	1,08	1,05	1,04	21-25
26-30	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	26-30
31-35	0,91	0,94	0,96	0,91	0,94	0,96	31-35
36-40	0,82	0,88	0,91	0,82	0,88	0,91	36-40
41-45	0,71	0,82	0,87	0,71	0,82	0,87	41-45
46-50	0,58	0,75	0,82	0,58	0,75	0,82	46-50
51-55	0,41	0,67	0,76	0,41	0,67	0,76	51-55
56-60	----	0,58	0,71	----	0,58	0,71	56-60
61-70	----	0,33	0,58	----	0,33	0,58	61-70
71-80	----	----	0,41	----	----	0,41	71-80

* Si no se permite otra cosa específicamente en otro lugar de este código, la protección contra sobrecorriente de los conductores marcados con un asterisco (*), no debe superar los 15 A para 2,08 mm² (14 AWG); 20 A para 3,3 mm² (12 AWG) y 30 A para 5,25 mm² (10 AWG), todos de cobre; o 15 A para 3,3 mm² (12 AWG) y 25 A para 5,25 mm² (10 AWG) de aluminio y aluminio recubierto de cobre.

Fuente: (Código Eléctrico Nacional, 2001)

- **Acometida.** El calibre de los conductores de la acometida debe ser suficiente para transportar la corriente calculada esto requiere el código en el artículo 230-42 a).
- **Conductores no puestos a tierra.** Los conductores no deben tener una sección menor a la solicitada por la empresa distribuidora y respetar lo que estipula el artículo 230-23 b), el mismo que indica que no

se debe tener una sección transversal menor a 8,36 mm² (8 AWG) si el conductor es de cobre, 13,29 mm² (6 AWG) si son de aluminio o cobre revestido de aluminio, con las siguientes excepciones:

- Para unidades de vivienda con área de 53 m² y que sólo se use el suministro eléctrico para iluminación; el código permite el uso de conductor con sección transversal 5,25 mm² (10 AWG) si son de cobre, 8,36 mm² (8 AWG) si son de aluminio o cobre revestido de aluminio.

- Para instalaciones con cargas limitadas en un circuito ramal sencillo, además pequeñas cargas polifásicas, los conductores pueden tener una sección transversal mínima de 3,3 mm² (12 AWG) de cobre endurecido en frío o su equivalente.

- **Conductores puestos a tierra.** El artículo 250-23 b) nos indica que dicho conductor no debe ser menor que el calibre del conductor que tiene el electrodo de puesta a tierra.

- **Puesta a tierra.** El calibre del cable de puesta a tierra no puede ser menor a lo especificado en la tabla 19 de acuerdo al código, artículo 250-23 b).

Tabla 19

Conductor del electrodo de tierra en instalaciones de c.a.

Sección transversal del mayor conductor de acometida o su equivalente para conductores en paralelo				Sección transversal (calibre) del conductor al electrodo de puesta a tierra			
Cobre		Aluminio o aluminio recubierto		Cobre		Aluminio o aluminio revestido de cobre	
mm ²	AWG o kcmil	Mm ²	AWG o kcmil	mm ²	AWG o kcmil	mm ²	AWG o kcmil
33,62 o menor	2 o menor	53,5 o menor	1/0 o menor	8,36	8	13,29	6
42,2 a 53,6	1 a 1/0	57,44 a 85,02	2/0 a 3/0	13,29	6	21,14	4
57,44 a 85,05	2/0 a 3/0	107,21 a 126,67	4/0 a 250 kcmil	21,14	4	33,62	2
107,21 hasta 177,34	4/0 hasta 300 kcmil	152,01 a 253,35	300 a 500 kcmil	33,62	2	53,50	1/0
202,68 a 304,02	400 a 600 kcmil	278,68 a 456,03	550 a 900 kcmil	53,50	1/0	85,02	3/0
329,35 a 607,37	650 a 1 100 kcmil	508,70 a 886,73	1 000 a 1 750 kcmil	67,44	2/0	107,21	4/0
608,04 y más	1 200 kcmil y más	912,06 y más	1 800 kcmil y más	85,02	3/0	126,67	250 kcmil

Fuente: (Código Eléctrico Nacional, 2001)

NOTA: El código eléctrico nacional en el artículo 250-94 presenta un error, ya que el artículo 250-23 b) nos indica que el calibre del conductor

de tierra para corriente alterna debe basarse a la tabla 250-94, pero en el código eléctrico nacional se observa que dicha tabla muestra valores para instalaciones de corriente continua, cuando se refieren a corriente alterna.

Para el caso de tierra de los equipos o circuitos ramales usaremos la tabla 20 como indica el código en su artículo 250-95.

Tabla 20

Calibre mínimo de los conductores de puesta a tierra de equipos para puesta a tierra de canalizaciones y equipo

Corriente nominal o ajuste máximo del dispositivo automático de protección contra sobrecorriente en el circuito antes de los equipos, tubos Conduit etc. (A)	Sección Transversal			
	Alambre de cobre		Alambre de aluminio o de aluminio revestido de cobre *	
	mm ²	AWG o kcmil	mm ²	AWG o kcmil
15	2,08	14	3,30	12
20	3,30	12	5,25	10
30	5,25	10	8,36	8
40	5,25	10	8,36	8
60	5,25	10	8,36	8
100	8,36	8	13,29	6
200	13,29	6	21,14	4
300	21,14	4	33,62	2
400	26,66	3	42,20	1
500	33,62	2	53,50	1/0
600	42,20	1	67,44	2/0
800	53,50	1/0	85,02	3/0
1 000	67,44	2/0	107,21	4/0
1 200	85,02	3/0	126,67	250 kcmil
1 600	107,21	4/0	177,34	350 kcmil
2 000	126,67	250 kcmil	202,68	400 kcmil
2 500	177,34	350 kcmil	304,02	600 kcmil
3 000	202,68	400 kcmil	304,02	600 kcmil
4 000	253,25	500 kcmil	405,36	800 kcmil
5 000	354,69	700 kcmil	608,04	1 200 kcmil
6 000	405,36	800 kcmil	608,04	1 200 kcmil

Fuente: (Código Eléctrico Nacional, 2001)

2.5.1.8 Caída de voltaje

El código eléctrico nacional (2001) en el artículo 210-10 a) nota 4) indica:

Los conductores de circuitos ramales como están definidos en la Sección 100, con una sección que evite una caída de voltaje superior al 3

% en las salidas más lejanas de fuerza, calefacción, alumbrado o cualquier combinación de ellas y en los que la caída máxima de voltaje de los circuitos alimentador y ramal hasta la salida más lejana no supere al 5 %, ofrecen una eficacia razonable de funcionamiento (p. 36).

2.6 Glosario

Acometida: derivación de la red de servicio eléctrico que llega hasta el registro de corte del domicilio.

Bimetal: objeto compuesto de dos metales ensamblados juntos.

Censar: registrar.

Circuito de estado sólido: son circuitos electrónicos construidos enteramente de materiales sólidos

Circuito ramal: circuito comprendido entre el dispositivo final de protección (breaker) y la o las salidas.

Desbalance: perder el equilibrio.

Diferencia de potencial: magnitud física que cuantifica la diferencia de potencial eléctrico entre dos puntos, también llamado voltaje.

Disyuntor: dispositivo eléctrico que impide el paso de la corriente eléctrica, automáticamente en el caso de una sobrecarga en la intensidad de la corriente.

Factor de potencia: relación entre potencia activa y potencia aparente, en el mismo sistema eléctrico.

Fibrilación ventricular: trastorno del ritmo cardiaco que presenta un ritmo ventricular rápido (>250 latidos por minuto).

Neutro compartido: se denomina neutro compartido cuando se usa el mismo conductor de neutro en dos circuitos ramales diferentes.

Tetanización: la tetanización muscular es un movimiento incontrolado de los músculos como resultado del paso de la corriente eléctrica, que anula la capacidad del control muscular.

CAPÍTULO III

3. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1 Tipo de la investigación

Por la finalidad del proyecto empleamos la investigación tecnológica. Se aplicó los conocimientos adquiridos con el fin de mejorar los métodos existentes de protecciones domiciliarias y comerciales, englobándolos en una sola protección integral, se estudió el funcionamiento de los sistemas de protección existentes en el mercado, todo esto respaldado por la información y datos estadísticos para lograr los objetivos planteados.

El estudio fue minucioso, se utilizó los manuales incluidos con cada aparato, además se realizaron pruebas de campo con los mismos, luego de lo cual se analizó varias alternativas de solución considerando aspectos técnicos y económicos para el problema planteado.

3.1.1 Investigación tecnológica

La aplicación consistió en el estudio de cada aparato, para luego determinar la solución más adecuada al problema motivo del presente trabajo, también se investigó cuáles son las mayores causas de incidentes en domicilios y comercios, y las consecuencias que estos acarrearán, luego de realizar esto se procedió a buscar las soluciones en el mercado local y finalmente diseñamos un sistema integral para solucionar los problemas más cotidianos.

3.1.2 Investigación documental o bibliográfica

Se realizó una investigación bibliográfica apoyándonos en fuentes de carácter documental, en bibliografía técnica y de investigación, además de catálogos, manuales, folletos, y páginas de internet, los mismo que aportaron a sustentar desde el punto de vista teórico y técnico las definiciones que necesitamos para la elaboración y aplicación del modelo integral de protecciones domiciliarias y comerciales.

3.1.3 Investigación descriptiva

La investigación descriptiva nos permitió describir todos los elementos, equipos, materiales y herramientas que fueron utilizados en el sistema de protección eléctrica residencial y comercial, con la finalidad de conocer el funcionamiento y características propias de los mismos.

Para este caso se investigó los aparatos más cotidianos en los domicilios, para luego proceder con la descripción de su funcionamiento, esto con el fin de descartar posibles errores al momento de la implementación del modelo.

3.1.4 Investigación de campo

La investigación de campo nos permitió identificar los problemas y necesidades en el lugar de los hechos y presentar alternativas que brinden una pronta y eficaz solución, es por eso que se pudo identificar las malas prácticas, la inobservancia a las normas, y los errores más comunes en las instalaciones eléctricas domiciliarias y comerciales.

3.2 Métodos

3.2.1 Método deductivo

Proceso de conocimiento que se inicia con la observación de fenómenos generales con el propósito de señalar las verdaderas particulares contenidas explícitamente en la situación general.

Como se puede mencionar este método pasa de lo general a lo particular por lo tanto el presente método aportó para la elaboración del marco teórico, estudio técnico e interpretación matemática.

3.2.2 Método inductivo

El método inductivo es un proceso analítico sintético mediante el cual se parte del estudio de casos, hechos o fenómenos particulares para llegar al descubrimiento de principios o leyes generales que lo rigen.

Mediante el presente método nos permitió analizar los hechos y acontecimientos y casos los cuales nos llevó a la formulación de la hipótesis para luego demostrar la importancia del proyecto.

Nuestra hipótesis es: La falta de protecciones representa un alto riesgo de daño de los equipos instalados y sobre todo riesgos sobre la integridad física de los usuarios del sistema.

En el presente trabajo se analizaron las causas y se propone soluciones factibles para mejorar las protecciones eléctricas domiciliarias

y comerciales desde el contador eléctrico hacia los equipos eléctricos, sin dejar de lado las cargas especiales como son motobombas, motores entre otras.

3.2.3 Método de la simulación

La simulación es el proceso de diseñar un modelo de un sistema real y llevar a término experiencias con él, con la finalidad de comprender el comportamiento del sistema o evaluar nuevas estrategias dentro de los límites impuestos por un cierto criterio o un conjunto de ellos para el funcionamiento del sistema.

Al ser un trabajo de carácter tecnológico, se realizó la simulación de fallas en el sistema eléctrico residencial y comercial, para determinar los efectos en los seres humanos y los equipos y artefactos eléctricos, permitiendo obtener valores que luego de ser tabulados permitieron recomendar el tipo de protección dependiendo de la naturaleza de la falla.

3.2.4 Método de la modelación

Es justamente el método mediante el cual se crean abstracciones con vistas a explicar la realidad. El modelo como sustituto del objeto de investigación. En el modelo se revela la unidad de lo objetivo y lo subjetivo.

La modelación es el método que opera en forma práctica o teórica con un objeto, no en forma directa, sino utilizando cierto sistema intermedio, auxiliar, natural o artificial. Por tanto para determinar la funcionalidad de las soluciones propuestas por el presente proyecto se ha construido un

tablero didáctico que recoge las necesidades de solución integral de las protecciones motivo de la investigación.

3.2.5 Factibilidad

En vista de los problemas presentados en muchos domicilios por la falta de protecciones integrales nos hemos planteado buscar soluciones para dichos problemas, además de tener en cuenta que los usuarios corren grandes riesgos con sus vidas, vemos que este tema de tesis es no sólo factible sino de gran necesidad para la implementación en nuestro medio, teniendo en cuenta los datos estadísticos que hacen que este proyecto sea factible.

CAPÍTULO IV

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 Conclusiones

Las normas nacionales en el tema relacionado al presente trabajo no son puestas en práctica en los domicilios y comercios, objetos de la investigación del presente. Además dichas normas no se encuentran actualizadas con las nuevas tecnologías que ya se encuentran en uso en otros países.

El modelo didáctico permitirá a los estudiantes conocer el funcionamiento de los equipos de protección de última tecnología, simulando las fallas por medio del equipo de medición, brindando de esta manera al estudiante una mejor preparación profesional.

La valoración de los riesgos eléctricos, es un tema con un alto grado de complejidad, existen un sin número de variables que se debe prever para el diseño de la instalación; además de situaciones inesperadas, factores como el mantenimiento, uso y prevención de accidentes que el usuario brinde a la instalación influyen en el incremento o decremento de riesgos. Por lo que se puede tener una inmensa variación de los riesgos entre una instalación y otra aún siendo de características similares.

La investigación cumple con los objetivos de diseño de un sistema de protección integral para domicilios y comercios.

El costo beneficio de la implementación del sistema es incalculable pues un accidente puede ocurrir sin ningún efecto nocivo, tanto como el accidente puede causar la muerte de una persona, el valor de una vida es incomparable y no se lo puede medir de manera alguna.

El desarrollo del proyecto ha permitido conocer nuevas tecnologías que no son de uso cotidiano en el medio y el funcionamiento de varias tecnologías de uso común en el medio, además de conocer las normas vigentes en el país las mismas que no son puestas en práctica.

4.2 Recomendaciones

Se recomienda cumplir con el código eléctrico nacional, como medida básica para salvaguardar la integridad de equipos y de usuarios en edificaciones comerciales y residenciales.

Que todo proyecto de construcción destinada a vivienda y comercio debe tener la supervisión de personal calificado para el desarrollo de las instalaciones eléctricas.

Usar limitadores de voltaje del tipo II, en todos los domicilios y comercios con la finalidad de salvaguardar los equipos conectados a la red eléctrica y del tipo III en los aparatos más costosos, sensibles e indispensables.

Tender un conductor de tierra exclusiva conectada a la barra de tierras en aparatos electrónicos cuya especificación técnica requiera de una tierra aislada.

Seleccionar los dispositivos de protección tomando en cuenta las características de los circuitos ramales y el diseño de la instalación.

No instalar protección diferencial en el circuito principal o de alimentación, ya que de producirse fallas a tierra en un circuito ramal se suspenderá el suministro de energía a todo el domicilio o comercio.

Usar protección de falla de arco en lugares destinados al almacenamiento de materiales inflamables.

Usar protecciones diferenciales tipo tomacorriente para proteger todos los tomacorrientes aguas abajo.

Los tomacorrientes instalados horizontalmente el borne de la fase se encuentre en la parte superior, ya que de producirse un desacople del cable con el borne, el cable no hará contacto con el cajetín debido a la gravedad.

No utilizar estructuras metálicas y columnas que son parte de la construcción civil de los domicilios y comercios como el sistema de puesta a tierra de las instalaciones eléctricas.

Que este trabajo sirva de guía para la difusión tanto para estudiantes como para personal dedicado a realizar instalaciones eléctricas de tipo domiciliario y comercial.

Tomar las debidas medidas de precaución y prevención al momento de realizar las pruebas de funcionamiento del modelo didáctico, ya que al simular fallas se producen corrientes peligrosas que pueden afectar la integridad de las personas.

Que se equipe de una mejor manera los laboratorios de la carrera.

CAPÍTULO V

5. DESARROLLO DE LA PROPUESTA

5.1 Título de la propuesta

ESTUDIO DE FALLAS EN INSTALACIONES ELÉCTRICAS DOMICILIARIAS Y COMERCIALES E IMPLEMENTACIÓN DE UN MODELO DIDÁCTICO PARA SU CORRECCIÓN.

5.2 Introducción

La tecnología avanza día tras día, por lo que los profesionales deben estar siempre a la vanguardia con las nuevas tecnologías y en una búsqueda diaria de mejorar la calidad del servicio eléctrico, brindando de manera intrínseca seguridad a sus usuarios; lastimosamente en el medio que se desempeñan no siempre facilita su trabajo, pues el usuario da una mayor importancia al aspecto económico que a los riesgos de una mala instalación eléctrica puede generar.

Los riesgos son muy variados y pueden ir desde un susto, pasando por daños materiales hasta la muerte del usuario; por lo que es necesario orientar a los usuarios sobre los riesgos de una mala instalación, y brindar una guía a los técnicos y profesionales de los elementos que deben formar parte de una instalación, para que sea segura al usuario, además de brindar protección al daño y deterioro de los equipos conectados al sistema eléctrico.

El modelo didáctico cumple con los requerimientos y normas nacionales. Para brindar una protección más efectiva se implementaron otros métodos de protección, los mismos que ya se encuentran normados en varios países por su efectividad y eficiencia para los fines de su diseño.

La importancia del modelo didáctico radica principalmente en su funcionalidad, pero también debe mantener sencillez para su comprensión, el sistema cuenta con el equipamiento necesario para realizar mediciones y simulaciones; con la finalidad de brindar a los estudiantes, profesionales y personas interesadas una fácil comprensión del funcionamiento del modelo, métodos de conexión de las diferentes protecciones y la comprensión de los riesgos a los que se encuentra expuesto el usuario.

El sistema es una solución integral para las fallas y riesgos eléctricos, esto generara interés en las personas que trabajan en el área eléctrica y también en los usuarios en general, creando conciencia en toda la población.

5.3 Objetivos

5.3.1 Objetivo general

Plantear un modelo de protección integral para domicilios y comercios.

5.3.2 Objetivos específicos

Evitar incidentes y accidentes en los domicilios y comercios.

Mejora el proceso enseñanza aprendizaje de los alumnos de la carrera.

5.4 Ubicación sectorial y física

El proyecto se llevó a cabo en ocho residencias tipo y tres locales comerciales de la zona urbana de la ciudad de Ibarra.

5.5 Pruebas y resultados

5.5.1 Local comercial

En el local comercial luego de realizar las mediciones con el aparato AMPROBE INSP-3 se obtuvo los resultados que se muestran en las tablas 21, 22 y 23.

Tabla 21

Valores de voltaje, caída de voltaje y resistencia de tierra para 10 A, 15 A y 20 A distancia aproximada 2 metros del tablero

Frecuencia	60 Hz		
10 A			
Vrms	Caída de Voltaje	Voltaje con carga	Resistencia de tierra
125,6 V	1,40%	124,0 V	0,15 Ω
15 A			
Vrms	Caída de Voltaje	Voltaje con carga	Resistencia de tierra
125,7 V	2,20%	123,0 V	0,15 Ω
20 A			
Vrms	Caída de Voltaje	Voltaje con carga	Resistencia de tierra
125,7 V	2,90%	122,1 V	0,15 Ω

Fuente: (Autores, 2014)

Tabla 22

Valores de voltaje, caída de voltaje y resistencia de tierra para 10 A, 15 A y 20 A distancia aproximada 10 metros del tablero

Frecuencia	60 Hz		
10 A			
Vrms	Caída de Voltaje	Voltaje con carga	Resistencia de tierra
128,5 V	3,00%	124,7 V	0,30 Ω
15 A			
Vrms	Caída de Voltaje	Voltaje con carga	Resistencia de tierra
128,4 V	4,60%	122,5 V	0,30 Ω
20 A			
Vrms	Caída de Voltaje	Voltaje con carga	Resistencia de tierra
128,3 V	6,16%	120,4 V	0,30 Ω

Fuente: (Autores, 2014)

Tabla 23

Valores de voltaje, caída de voltaje y resistencia de tierra para 10 A, 15 A y 20 A distancia aproximada 12 metros del tablero

Frecuencia	60 Hz		
10 A			
Vrms	Caída de Voltaje	Voltaje con carga	Resistencia de tierra
128,2 V	2,40%	125,3 V	3,22 Ω
15 A			
Vrms	Caída de Voltaje	Voltaje con carga	Resistencia de tierra
128,4 V	3,70%	123,7 V	2,23 Ω
20 A			
Vrms	Caída de Voltaje	Voltaje con carga	Resistencia de tierra
128,6 V	5,00%	122,2 V	2,17 Ω

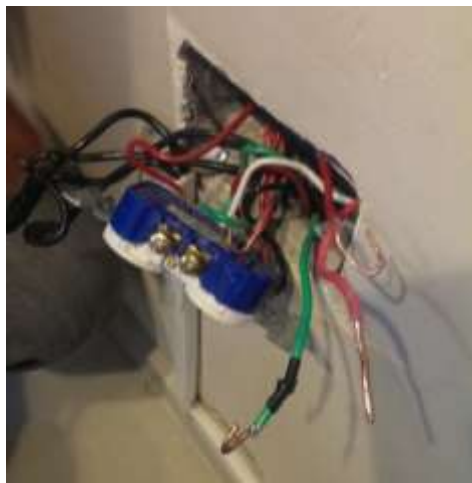
Fuente: (Autores, 2014)

En la instalación mencionada se observaron varias fallas, las más frecuentes y peligrosas son las mostradas en la figura 34 y 35, como se

observa en las figuras, las instalaciones son hechas en forma inadecuada, generando riesgo de accidentes que se agrava con la falta de protecciones adecuadas. Se puede observar un error muy común el cual es conectar el conductor de tierra a puntos en contacto con la construcción, en este caso el conductor se encuentra conectado a un cajetín de revisión, causando que la tierra no proporcione una protección adecuada al sistema eléctrico.

Figura 33

Conexión de tomacorriente en unidad comercial



Fuente: (Autores, 2014)

Figura 34

Conexión del conductor de tierra en local comercial



Fuente: (Autores, 2014)

5.5.2 Clínica odontológica

En la clínica odontológica luego de realizar las mediciones con el aparato AMPROBE INSP-3 se obtuvo los resultados que se muestran en la tabla 24.

Tabla 24

Valores de voltaje, caída de voltaje y resistencia de tierra para 10 A, 15 A y 20 A distancia aproximada 8 metros del tablero

Frecuencia	60 Hz		
10 A			
Vrms	Caída de Voltaje	Voltaje con carga	Resistencia de tierra
120,1 V	2,20%	117,5 V	0,65 Ω
15 A			
Vrms	Caída de Voltaje	Voltaje con carga	Resistencia de tierra
120,1 V	3,30%	116,2 V	0,65 Ω
20 A			
Vrms	Caída de Voltaje	Voltaje con carga	Resistencia de tierra
120,0 V	4,50%	114,8 V	0,64 Ω

Fuente: (Autores, 2014)

En la figura 36 se observa el modo de conexión a tierra del circuito ramal, este tipo de conexión nos brinda un valor bajo de resistencia de tierra, pero presenta deficiencias, en caso de que una tormenta eléctrica se descargue por la construcción, en este caso un edificio este conductor de tierra puede presentar una impedancia baja y la descarga podría seguir este camino quemando el aparato que se encuentra conectado a dicha tierra.

Figura 35
Conexión a tierra



Fuente: (Autores, 2014)

5.5.3 Residencia

En domicilio luego de realizar las mediciones con el aparato AMPROBE INSP-3 se obtuvo los resultados que se muestran en la tabla 25, 26 y 27.

Tabla 25

Valores de voltaje, caída de voltaje y resistencia de tierra para 10 A, 15 A y 20 A distancia aproximada 1 metro del tablero principal

Frecuencia	60 Hz		
10 A			
Vrms	Caída de Voltaje	Voltaje con carga	Resistencia de tierra
125,8 V	1,50%	124,0 V	0,01 Ω
15 A			
Vrms	Caída de Voltaje	Voltaje con carga	Resistencia de tierra
124,3 V	2,30%	121,5 V	0,01 Ω
20 A			
Vrms	Caída de Voltaje	Voltaje con carga	Resistencia de tierra
124,4 V	3,10%	120,6 V	0,01 Ω

Fuente: (Autores, 2014)

Tabla 26

Valores de voltaje, caída de voltaje y resistencia de tierra para 10 A, 15 A y 20 A distancia aproximada 2 metros del tablero

Frecuencia	60 Hz		
10 A			
Vrms	Caída de Voltaje	Voltaje con carga	Resistencia de tierra
123,0 V	2,30%	120,2 V	-
15 A			
Vrms	Caída de Voltaje	Voltaje con carga	Resistencia de tierra
122,9 V	3,40%	118,6 V	-
20 A			
Vrms	Caída de Voltaje	Voltaje con carga	Resistencia de tierra
122,9 V	4,60%	117,3 V	-

Fuente: (Autores, 2014)

Tabla 27

Valores de voltaje, caída de voltaje y resistencia de tierra para 10 A, 15 A y 20 A distancia aproximada 5 metros del tablero

Frecuencia	60 Hz		
10 A			
Vrms	Caída de Voltaje	Voltaje con carga	Resistencia de tierra
122,7 V	2,60%	119,6 V	-
15 A			
Vrms	Caída de Voltaje	Voltaje con carga	Resistencia de tierra
122,7 V	4,00%	117,8 V	-
20 A			
Vrms	Caída de Voltaje	Voltaje con carga	Resistencia de tierra
122,5 V	5,30%	116,2 V	-

Fuente: (Autores, 2014)

En la residencia se observó que sólo existía tierra en el tablero principal, en la figura 37 además se observa que el tablero no dispone de las protecciones requeridas en el código eléctrico, sólo se observa protecciones térmicas para toda la instalación, en la figura 38 se observa un tomacorriente con clavija de tierra, pero dicho tomacorriente no cuenta

con tierra física, como se observa en el anexo mencionado anteriormente, pudiendo causar riesgos para los usuarios.

También la figura 39 se observa un tomacorriente en garaje exterior sin protección diferencial, lo que demuestra que no se cumple con la normativa del código eléctrico nacional.

Figura 36

Protecciones en la residencia



Fuente: (Autores, 2014)

Figura 37

Tomacorriente polarizado con clavija de tierra pero sin conexión a tierra



Fuente: (Autores, 2014)

Figura 38

Tomacorriente en garaje exterior sin protección diferencial



Fuente: (Autores, 2014)

5.6 Desarrollo de la propuesta

5.6.1 Modelo de instalación residencial

5.6.1.1 Ejemplo explicativo 1

Se desea dimensionar los equipos de protección para una vivienda unifamiliar, de las siguientes características:

Tabla 28

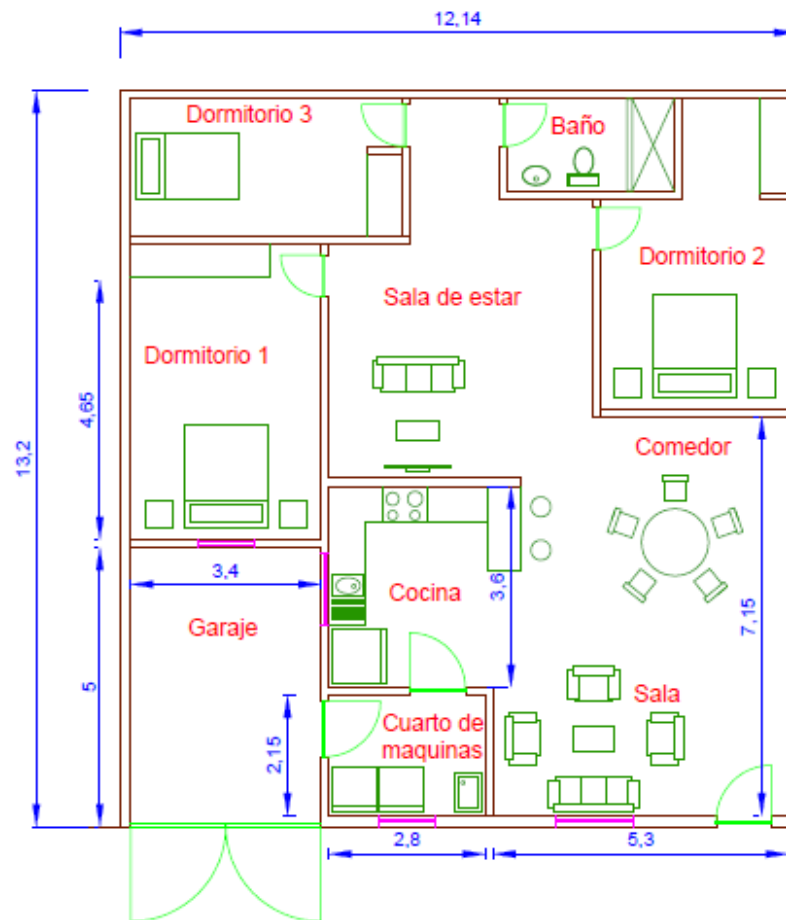
Datos ejemplo explicativo 1

Ejemplo explicativo 1	
Área:	150 m ²
No Plantas:	1
Cargas específicas	
Descripción	Potencia (kW)
Horno eléctrico	3
Secadora	2
Ducha	4,5

Fuente: (Autores, 2014)

Adicionalmente se tiene circuitos de iluminación, tomacorrientes (pequeños artefactos), una lavadora, en la sala de estar se tiene previsto instalar una televisión led de 60" con un coste aproximado de \$2500, los planos de la vivienda se muestran en la figura 40.

Figura 39
Vivienda unifamiliar



Fuente: (Autores, 2014)

Desarrollo:

Iluminación

Para la iluminación usamos el valor de carga unitaria en (VA/m²) expuesto en la tabla 11.

La carga de alumbrado para unidades de vivienda es de 32VA/m² por tanto se tiene:

$$Palumbrado = Area(m^2) * Carga unitaria (VA/m^2)$$

$$Palumbrado = 150m^2 * 32VA/m^2$$

$$Palumbrado = 4800VA$$

Para el cálculo de protecciones necesitamos el valor de corriente entonces:

$$P = V * i$$

Despejando la corriente:

$$i = \frac{P}{V}$$

Con los valores de potencia y de voltaje nominal se obtiene:

$$i = \frac{4800VA}{120V}$$

$$i = 40 A$$

En instalaciones domiciliarias la corriente nominal máxima por circuito ramal es de 15 A o 20A.

Se puede usar 3 circuitos de 15A o 2 de 20A, el uso de 2 o tres protecciones es de libre elección, se usarán 2 protecciones termomagnéticas de 20A.

Pequeños artefactos

En este caso al usarse 2 protecciones para iluminación se debe calcular el valor de potencia asumiendo una carga de 1500VA por cada ramal bifilar de iluminación.

$$P_{\text{pequeños artefactos}} = \# \text{ramales bifilares} * 1500VA$$

$$P_{\text{pequeños artefactos}} = 2 * 1500VA$$

$$P_{\text{pequeños artefactos}} = 3000VA$$

Con este valor encontramos los valores de corriente para tomacorrientes como se muestra a continuación:

$$P = V * i$$

$$i = \frac{P}{V}$$

$$i = \frac{3000 VA}{120 V}$$

$$i = 25 A$$

Ducha:

La ducha tiene una potencia de 4,5 kW la misma que tiene que ser alimentada por un circuito exclusivo como requiere el código, además debe tener una protección contra fallas a tierra y ser a prueba de agua. La protección se debe dimensionar de acuerdo a la corriente, para conocer su magnitud se opera de la siguiente manera:

$$P = V * i$$

$$i = \frac{P}{V}$$

Tomando un $fp=1$ tenemos:

$$i = \frac{4500VA}{120V}$$

$$i = 37,5 A$$

Por lo que se tiene para la ducha un circuito independiente con este valor de corriente, teniendo en cuenta el requerimiento del código la protección para la ducha tiene que ser del tipo diferencial.

Lavadora

Por último para la lavadora no se especifica en el ejercicio el valor de potencia, según la norma con un valor no menor a 1500VA, además debe tener un circuito de uso exclusivo, la lavadora al estar cerca de fuentes de agua se debe usar una protección diferencial, para dimensionar la protección calculamos su valor de corriente como se muestra a continuación:

$$P = V * i$$

$$i = \frac{P}{V}$$

$$i = \frac{1500 VA}{120 V}$$

$$i = 12,5 A$$

Resumen

En la tabla 29 podemos ver un resumen de alumbrado cargas pequeñas, ducha y lavadora.

Tabla 29
Resumen de cargas

Uso	Potencia (VA)
Alumbrado	4800
Carga pequeños artefactos	3000
Ducha	4500
Lavadora	1500
	13800

Fuente: (Autores, 2014)

A los valores de la tabla 29 aplicamos los factores de demanda para alimentadores de cargas de alumbrado (tabla 12) como requiere el código, los resultados se los muestra en la tabla 30.

Tabla 30
Carga neta

Uso	Valor (VA)
Carga total (tabla 18)	13800
Primeros 3000VA 100%	3000
De 3001 a 120000 a 35%	3780
Carga neta	6780

Fuente: (Autores, 2014)

Secador y horno:

Para la secadora de potencia 2kW (16.67 A) y el horno de 3kW (25 A) se debe usar los factores de demanda representados en la tabla 13 y 14 respectivamente como requiere el código.

Con lo que se obtiene los resultados expuestos en la tabla 31.

Tabla 31

Valores de potencia para secadora y horno

Uso	Valor nominal (VA)	Factor de demanda	Demanda (VA)
Secadora	2000	100%	2000
Horno	3000	80%	2400

Fuente: (Autores, 2014)

Valor de la demanda para la acometida:

El valor total de demanda se representa en la tabla 32.

Tabla 32Valor total de demanda

Uso	Demanda (VA)
Carga por iluminación, pequeños artefactos, ducha y lavadora	6780
Secadora	2000
Horno	2400
	11180

Fuente: (Autores, 2014)

Como se tiene un circuito bifásico trifilar se tiene lo siguiente:

$$i = \frac{P}{V}$$

$$i = \frac{11180VA}{240V}$$

$$i = 46,58 A$$

Neutro de la acometida:

Para el neutro del suministro y de la acometida hay que realizar un ajuste a los valores de demanda de secadora y horno como requiere el código, los resultados se muestran en la tabla 33.

Tabla 33Valor de demanda para neutro

Uso	Demanda (VA)
Carga por iluminación, pequeños artefactos, ducha y lavadora	6780
Secadora (70%)	1400
Horno (70%)	1680
	9860

Fuente: (Autores, 2014)

Como se tiene un circuito bifásico trifilar se tiene lo siguiente:

$$i = \frac{P}{V}$$

$$i = \frac{9860 VA}{240V}$$

$$i = 41,08 A$$

Con estos valores obtenemos como resultado los requerimientos mostrados en la tabla 34.

Tabla 34

Resumen

Resumen					
Descripción	Monofásico	Bifásico	# Protecciones	Valor de la protección (A)	Tipo
Acometida		x	1	60	Termo magnética
Iluminación	x		2	20	Termo magnética
Tomacorrientes	x		2	15	Termo magnética
Ducha	x		1	40	Diferencial
Lavadora	x		1	15	Diferencial
Secadora	x		1	20	Diferencial
Horno	x		1	30	Termo magnética

Fuente: (Autores, 2014)

Luego del estudio de protecciones se llegó a la conclusión que en este tipo de viviendas no es necesario el uso de una protección de falla de arco, puesto que no hay medios combustibles que puedan incrementar el riesgo de incendio.

Hay que tener en cuenta que los tomacorrientes adyacentes a lavamanos y en zonas usadas para almacenaje (garaje) deben disponer de una protección diferencial.

Además de la instalación ya indicada se instalará una protección de sobre voltaje tipo II la que brinda una protección a todo el domicilio, para

equipos sensibles, de alto costo y de alta incidencia por indisponibilidad se deberá usar la fórmula del riesgo de carga, para determinar si se requiere una protección adicional, para el caso del televisor led tenemos:

$$R = S + C + I$$

Para conocer los valores de las variables se hará uso de las tablas 5, 6 y 7 obteniendo:

$$R = 3 + 2 + 1$$

$$R = 6$$

Es un riesgo de carga intermedio teniendo en cuenta que el menor valor para R es de 3 y el máximo es 9, por lo que se concluye que es altamente recomendable el uso de una protección de sobre voltaje del tipo III para dicho artefacto.

5.6.1.2 Ejemplo explicativo 2

Tabla 35

Datos ejemplo explicativo 2

Ejemplo explicativo 2	
Área:	170 m2
Vitrinas iluminadas:	3 metros
Cargas	
Descripción	
Tomacorrientes:	18 unidades
Iluminación*:	6000 VA

* La iluminación se instala en techo falso.

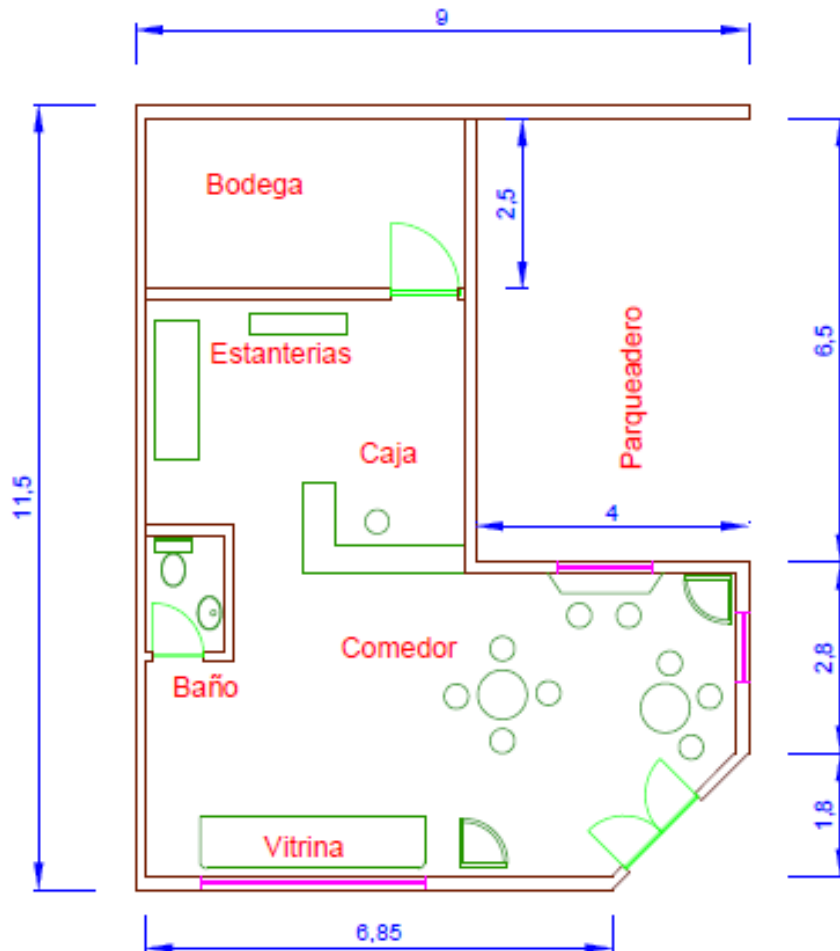
Fuente: (Autores, 2014)

Un comercio tiene un área de 170m² se va a instalar 13metros de vitrinas iluminadas, 20 tomacorrientes dobles, la iluminación tiene una carga real de 6000VA la misma que se instalará sobre un techo falso (gypsum), además se instalará un punto de venta valorado en \$1000,00.

Como se muestra en la figura 40.

Figura 40

Comercio



Fuente: (Autores, 2014)

Desarrollo:

Para este caso se conoce los valores de iluminación y número de tomacorrientes por tanto hay que apegarse al código.

Cargas no continuas

Tomacorrientes.- Se tiene como cargas no continuas los tomacorrientes, los mismos que de acuerdo a la norma no pueden tener una potencia mayor a 180VA, entonces:

$$P_{\text{tomacorrientes}} = \# \text{tomacorrientes} * 180VA$$

$$P_{\text{tomacorrientes}} = 18 * 180VA$$

$$P_{\text{tomacorrientes}} = 3240VA$$

Al valor de potencia se aplica el factor de demanda en edificaciones no residenciales como requiere la norma (tabla 16).

Con el uso de los factores de demanda obtenemos los resultados que se muestran a continuación en la tabla 36.

Tabla 36

Valores luego de aplicar el factor de demanda

Parte de la carga del tomacorriente a la que se aplica el factor de demanda	Potencia (VA)
Primeros 10000VA o menos (100%)	3240
A partir de 10000VA (50%)	0
	3600

Fuente: (Autores, 2014)

De este valor de potencia obtenemos el valor de corriente:

$$i = \frac{P}{V}$$
$$i = \frac{3240 \text{ VA}}{120 \text{ V}}$$
$$i = 27 \text{ A}$$

Cargas continuas.

Se tiene para este caso el resto de cargas, el código establece que para cargas continuas se realiza el cálculo con un factor de demanda del 125%.

Alumbrado: Para conocer la carga unitaria de iluminación recurrimos a la tabla 6, y se obtiene:

$$P_{\text{alumbrado}} = \text{Area}(m^2) * \text{Carga unitaria (VA/m}^2)$$
$$P_{\text{alumbrado}} = 170m^2 * 22(\text{VA/m}^2)$$
$$P_{\text{alumbrado}} = 3740\text{VA}$$

El valor real de alumbrado es de 6000VA por lo que se usa este valor, hay que tener en cuenta que nunca se usará un valor menor al calculado de acuerdo a la tabla 6.

$$P_{\text{alumbrado}} = 6000\text{VA}$$

Aplicamos el factor de demanda de 125%.

$$P_{\text{alumbrado2}} = 6000\text{VA} * 125\%$$
$$P_{\text{alumbrado2}} = 7500 \text{ VA}$$

De este valor obtenemos la corriente:

$$i = \frac{P}{V}$$
$$i = \frac{7500 \text{ VA}}{120 \text{ V}}$$
$$i = 62,5 \text{ A}$$

Vitrina. El código indica que el valor por metro lineal de vitrina no puede ser menor a 650VA (error en el código) por tanto:

$$P_{vitrinas} = m * \text{Carga unitaria (VA/m)}$$
$$P_{vitrinas} = 3 * 650(\text{VA/m})$$
$$P_{vitrinas} = 1950\text{VA}$$

Por ser una carga continua aplicamos el factor de demanda del 125%.

$$P_{vitrinas2} = 1950\text{VA} * 125\%$$
$$P_{vitrinas2} = 2437,50 \text{ VA}$$

De este valor obtenemos la corriente:

$$i = \frac{2437,5 \text{ VA}}{120 \text{ V}}$$
$$i = 20,31 \text{ A}$$

En resumen se obtiene lo que muestra en la tabla 37:

Tabla 37

Resumen de cargas continuas

Uso	Demanda (VA)
Alumbrado	7500
Vitrina	2437,5
	9937,5

Fuente: (Autores, 2014)

Valor de demanda para la acometida.

El valor de demanda que se usa para el cálculo de la acometida es el total de cargas continuas y no continuas se muestra en la tabla 38.

Tabla 38

Resumen total de cargas continuas y no continuas

Tipo de carga	Potencia (VA)
No continua	3240
Continua	9937,5
	13177,5

Fuente: (Autores, 2014)

Como se tiene un circuito trifilar se tiene:

$$i = \frac{P}{V}$$
$$i = \frac{13177,5 \text{ VA}}{240 \text{ V}}$$
$$i = 54,91 \text{ A}$$

Neutro de la acometida:

En este caso la corriente del neutro es la misma que la de la acometida, no se aplica ningún factor de ajuste.

Con estos valores obtenemos como resultado los requerimientos mostrados en la tabla 39.

Tabla 39
Resumen

Resumen					
Descripción	Monofásico	Bifásico	# Protecciones	Valor de la protección (A)	Tipo
Acometida		x	1	60	Termo magnética
Tomacorriente	x		2	15	Termo magnética
Alumbrado	x		3	15	Falla de arco
	x		1	20	Falla de arco
Vitrina	x		2	15	Termo magnética

Fuente: (Autores, 2014)

Luego del estudio de protecciones se llegó a la conclusión que en este tipo de construcción es necesario el uso de una protección de falla de arco, puesto que hay un medio altamente combustible (cielo falso) que incrementa el riesgo de incendio, por lo que se requiere instalar esta protección en el circuito ramal de alumbrado.

Hay que tener en cuenta que los tomacorrientes adyacentes a lavamanos y en zonas usadas para almacenaje (garaje) deben disponer de una protección diferencial.

Además de la instalación ya indicada se instalará una protección de sobre voltaje tipo II la que brinda una protección a todo el comercio, para

equipos sensibles, de alto costo y de alta incidencia por indisponibilidad se deberá usar la fórmula del riesgo de carga, para determinar si se requiere una protección adicional, para el caso del punto de venta tenemos:

$$R = S + C + I$$

Para conocer los valores de las variables se hará uso de las tablas 5, 6 y 7 obteniendo:

$$R = 3 + 1 + 3$$

$$R = 7$$

Es un riesgo de carga intermedio teniendo en cuenta que el menor valor para R es de 3 y el máximo es 9, por lo que se concluye que es altamente recomendable el uso de una protección de sobre voltaje del tipo III para dicho artefacto puesto que el daño de este elemento puede generar pérdidas económicas al comercio.

5.6.2 Características físicas del modelo

El tablero didáctico se encuentra soportado por una estructura metálica, los elementos que componen están instalados sobre una base acrílica de la siguiente dimensión (90 X 60) cm., consta de los siguientes elementos: Interruptor Termo magnético de 60 A, bornes aislados, luces de señalización, supresor de transientes, barras de conexión (fases, neutros y tierras), elementos de protección (térmica, de arco y diferencial), tomacorriente de 20 A, selector 3 posiciones, tomacorriente diferencial de protección a tierra, tomacorriente diferencial de voltaje, tomacorriente normal, los mismos que se muestran en la siguiente imagen.

5.6.2.1 Diseño del modelo.

El control de la fuente de alimentación del tablero se lo hará con el termo magnético ya que este funciona como seccionamiento del mismo, teniendo como elementos de señalización 2 luces que permiten observar el estado de la fuente de cada fase (luces encendidas-energizado), (luces apagadas-des energizado).

El supresor de transientes por ser de clase 2 protegerá a todo el tablero ya que de producirse variaciones de voltaje éste actuará al ingreso de la alimentación en los bornes de conexión de las protecciones de los circuitos ramales.

El tablero didáctico consta de tres circuitos ramales, que simulan cargas diferentes en una instalación eléctrica domiciliaria o comercial, cuyas protecciones están dimensionadas para actuar con la simulación de la falla específica del circuito.

5.6.2.2 Funcionamiento del tablero didáctico.

La alimentación del tablero se lo hará con una fuente 240 V, tetra filar, 2 conductores activos (fases), un conductor aterrado (neutro), y un conductor de tierra.

Una vez conectada la fuente de alimentación a los bornes de la protección termo magnética principal, éste debe accionarse a la posición de encendido (1), para de esta manera energizar la barra de alimentación de los circuitos ramales.

El supresor de traschientes está protegido por 2 protecciones térmicas de 20 A, como se puede ver en el gráfico 1, los mismos que deben accionarse a la posición de encendido para que el equipo pueda realizar su función.

- Circuito ramal de falla de arco

Para comprobar el accionamiento de la protección de arco, se simula un arco en serie en el conductor activo con una carga aproximada a 15 amperios, la intensidad del arco es controlado con un dispositivo mecánico que permite galgar la distancia de corte en el conductor activo.

- Circuito ramal de falla a tierra

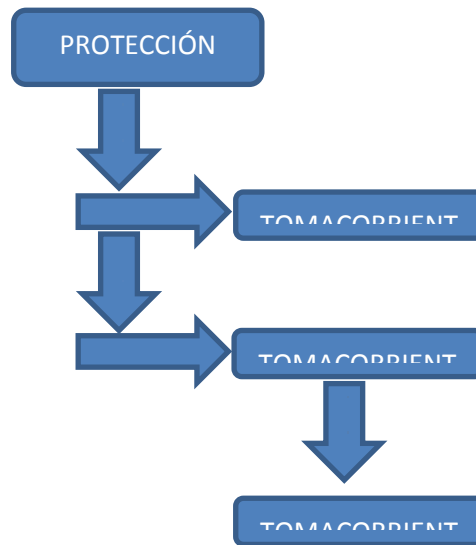
Para la protección de falla a tierra se cuenta con un equipo de prueba (AMPROBE INSP-3), mismo que debe ser conectado al tomacorriente para simular dicha falla. En este circuito ramal se cuenta con un selector de 3 posiciones que permite hacer pruebas de neutro compartido en circuitos alimentados por 2 protecciones diferentes (diferencial y térmica), permitiendo verificar el accionamiento de la protección diferencial al conectar cargas en los dos tomacorrientes.

- Circuito ramal con protección térmica

El circuito ramal con protección térmica de 20 amperios se tiene instalado 3 tomacorrientes (2 normales, 1 diferencial), los mismos que se encuentra conectados de la siguiente manera:

Gráfico 9

Ubicación de las protecciones



Fuente: (Autores, 2014)

El tomacorriente 1 al ser de construcción normal, al hacer la simulación de falla a tierra no acciona la protección térmica, por tanto no se interrumpe la alimentación de energía al circuito.

En el tomacorriente 2 al ser de construcción con protección diferencial, éste al realizar la simulación de falla a tierra acciona la protección propia del tomacorriente interrumpiendo la energía tanto del tomacorriente 2 y 3, ya que se encuentran conectados en serie, manteniendo energizado el tomacorriente 1 debido a que éste se encuentra conectado en paralelo con el tomacorriente diferencial.

El tomacorriente 3 es de construcción normal (sin protección diferencial), sin embargo al simular una falla a tierra, éste acciona la protección diferencial propia del tomacorriente 2 debido a que se encuentra conectado en serie con dicho elemento.

5.7 ANEXOS

5.7.1 Manual de instalación y maniobra

**MANUAL DE INSTALACION Y MANIOBRA
PANEL RESIDENCIAL PROTECTOR DE SOBRETENSION (PST)
No de cat. 51110
INSTALACIÓN**

ADVERTENCIAS Y PRECAUCIONES:

- Este dispositivo debe ser instalado por un electricista.
- PARA EVITAR DESCARGA ELECTRICA, FUEGO O MUERTE, INTERRUMPA EL PASO DE ENERGIA MEDIANTE EL INTERRUPUTOR DE CIRCUITO O FUSIBLE. ¡ASEGÚRESE QUE EL CIRCUITO NO ESTÉ ENERGIZADO ANTES DE INICIAR LA INSTALACIÓN!
- Para instalarse y usarse de acuerdo con los códigos eléctricos y normas apropiadas.
- INSTALE ESTE PRODUCTO SÓLO EN UN CIRCUITO DE UNA RAMA PROTEGIDO POR UN FUSIBLE O INTERRUPUTOR DE CIRCUITO.
- Use este producto SÓLO CON CABLE DE COBRE O REVESTIDO DE COBRE.

DESCRIPCION

El Panel Residencial Protección de Sobretensión (PST), No. de Cat. No. 51110-001 de Levitón es un Supresor de Sobretensión de alta calidad. Esta unidad está diseñada para ser usado con el panel interruptor de casa de 120/240V CA. Los indicadores visuales muestran el diagnóstico de monitoreo del estado de protección de 120/240V CA.

PARA INSTALAR:

1. RESTABLEZCA LA ENERGIA, si es necesario.
2. Verifique que el sistema eléctrico que usa es 120/240VCA de fase sencilla, para usar apropiadamente el Equipo de Medida de Voltaje de CA.
3. DESCONECTE LA ENERGIA.
4. Identifique el producto o la carga que se va a proteger. Ubique la unidad PST lo más cerca posible del panel eléctrico que sirve a las cargas que va a proteger para minimizar los efectos de conexión de resistencia e inducción en el largo del conductor.

ADVERTENCIA: ¡Es importante que el modelo PPST y el voltaje de línea del sistema eléctrico coordinen! Identifique el sistema que va a proteger midiendo los voltajes L-N y L-L. ¡Tenga mucha precaución mientras mide los voltajes! Si no está seguro del tipo de sistema eléctrico en uso, o del voltaje del sistema, pare y contacte con un electricista calificado. Confirme que el voltaje máximo medido no exceda el voltaje máximo continuo de línea especificado para la unidad 51110-001 que se va a instalar o se puede dañar. **La Figura 1** muestra el cableado para el 51110-001.

5. Quite la cubierta del PST para tener acceso al cableado. Los conductores del PST se deben conectar en la corriente principal a través de un desconector o fusible. También se puede usar un

interruptor de circuito derivado de 30 amperios para desconectar (preferible unipolar independiente) o un fusible de 30 A para desconectar. Cuando el producto PST comparte un interruptor de dos polos debe prevalecer los Códigos Eléctricos Nacionales (NEC) y los requerimientos locales.

NOTA: Para mejor funcionamiento, la instalación de los conductores se debe entrelazar o ponerlos juntos en la distancia más corta posible. Para óptimo funcionamiento, evite conductores de conexión de más de 30 cm. Los conductores del PST se deben unir y asegurar con sujetadores de cable cuando sea posible. El conducto se debe usar donde sea requerido por código. Para mejor supresión, el cable y algunos sujetadores de cable se deben cortar del largo para permitir una vía corta de instalación.

6. Monte la unidad PST segura. La unidad 51110-001 se puede montar superficialmente quitando la cubierta, inserte los dos tornillos a través de los orificios marcados, apriételes para asegurar la unidad, luego coloque la cubierta. La unidad PST también se puede montar empotrada. Monte la unidad en una profundidad de 4.1 cm [1 5/8 in. (Máximo)], la cubierta se debe colocar al nivel de la pared. Cuando haga el montaje directo del panel debe utilizar un conducto con agujero ciego de 2.2 cm (7/8") y un conector doble enroscado (proveído).
7. Los conductores se deben guiar a las terminales del interruptor de circuitos (vea Fig. 1) usando el camino más corto a la línea de energía (corte el exceso del conductor). Use el conducto requerido por los Códigos Eléctrico Nacionales (NEC) y Locales. Evite dobleces puntiagudas. El aislante del alambre del conductor no se debe cortar o dañar.
8. **Conexión:** Conecte el conductor Negro (marcado "Línea 1") a una línea y el otro conductor Negro (marcado "Línea 2") a la otra línea.

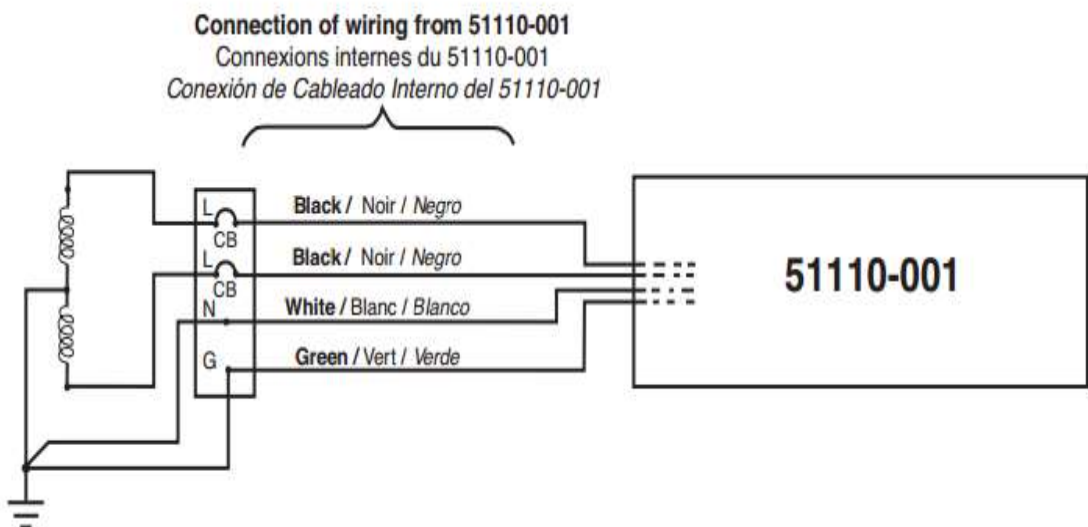
Estos conductores Negros se deben conectar a L1 o L2 sin considerar el ángulo de fase.

9. El conductor Blanco se debe conectar a la barra de conexión del sistema Neutro.
10. El conductor Verde se une internamente al encaje de metal de la unidad 51110-001. El conductor Verde se debe conectar a tierra en la barra a tierra del panel eléctrico.
11. Verifique que todas las conexiones estén correctas, apretadas y seguras.

CON ENERGIA:

1. Active el sistema conectando la energía (cierre cualquier interruptor principal del circuito). La luz Verde del indicador debe estar ENCENDIDA. Si la luz no está ENCENDIDA, consulte con un electricista calificado.
2. Una falla ocurre debido a sobretensión momentánea por tormentas eléctricas directas o debido a la pérdida de energía, porque el interruptor de circuitos se ha disparado. Si cualquiera de estos eventos ocurre, uno o más LED's verdes estarán APAGADOS, la unidad está fallando y tiene que ser reemplazada.

Figure 1 – Electrical Wiring Diagram
Figure 1 – Schéma de câblage électrique
Figura 1 – Diagrama de Cableado Eléctrico



INTERRUPTOR AUTOMÁTICO DE UN POLO CON PROTECCIÓN DE FALLA A TIERRA (GFCI) (interruptor GFCI clase A, nivel de disparo por falla a tierra de 5 mA)

PELIGRO

PELIGRO DE DESCARGA ELÉCTRICA, EXPLOSIÓN O DESTELLO POR ARQUEO

- Utilice equipo de protección personal (EPP) apropiado y siga las prácticas de seguridad en trabajos establecidos por su compañía, consulte la norma NFPA 70E.
- Solamente el personal eléctrico especializado deberá instalar y prestar servicio de mantenimiento a este equipo.
- Desenergice el equipo antes realizar cualquier trabajo en él.
- Siempre utilice un dispositivo detector de tensión nominal adecuado para confirmar la desenergización del equipo.
- Asegúrese que el GFCI esté correctamente instalado y alambrado. El interruptor automático con GFCI debe contar con funciones para conmutar el conductor no conectado a tierra (ENERGIZADO) para proporcionar protecciones con falla a tierra. La línea entrante deberá conectarse a la barra del centro de carga.
- Vuelva a colocar todos los dispositivos, las puertas y cubiertas antes de energizar el equipo.

El incumplimiento de estas instrucciones podrá causar la muerte o lesiones serias.

NOTA: para evitar el disparo involuntario:

- No conecte el interruptor automático a equipo de piscina instalado antes de 1965.
- No conecte el interruptor automático a estufas eléctricas o secadoras de ropa cuyos marcos estén conectados a tierra por medio de una conexión a un conductor neutro.
- No conecte el interruptor automático a más de 76m (250 pies) de conductor de carga en la extensión total en una sola dirección.

Instalación

1. Desenergice el equipo antes de realizar cualquier trabajo en él.
2. Coloque la palanca (A) del interruptor con GFCI en la posición de abierto (O/OFF).
3. Retire el marco del centro de carga.
4. Instale el interruptor automático con GFCI en el riel de montaje y en la conexión del lado de la línea de barra.

NOTA: el conductor (B) neutro del tablero debe conectarse a la barra de neutro (C) del centro de carga para que el interruptor con GFCI funcione correctamente.

5. Conecte los cables (B), (D) Y (E) y apriete las conexiones según los valores en la tabla a continuación.
6. Apriete el tornillo en la barra del neutro (C) según el valor del par de apriete especificado en el centro de carga.

Torque / par de apriete / Couple de serrage

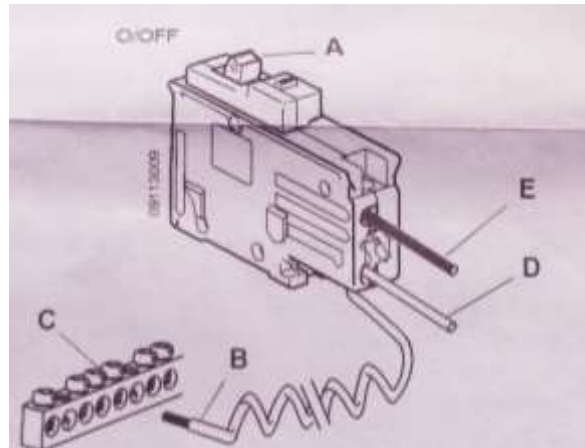
See load center / consulte la información del centro de carga.

15-20 A;

36 lb-in / lbs-pulg / lb-po

(4, 1 N*m)

Figura1



7. Retire los rectángulos removibles apropiados e instale el marco.
8. Coloque la etiqueta de instrucciones prueba y la tarjeta de aviso de prueba para ocupantes (incluidas).

Pruebas

Pruebe el interruptor con GFCI después de su instalación de acuerdo con el siguiente procedimiento. Después de la prueba inicial, realice pruebas una vez por mes.

Precaución

PELIGRO DE DAÑO AL EQUIPO

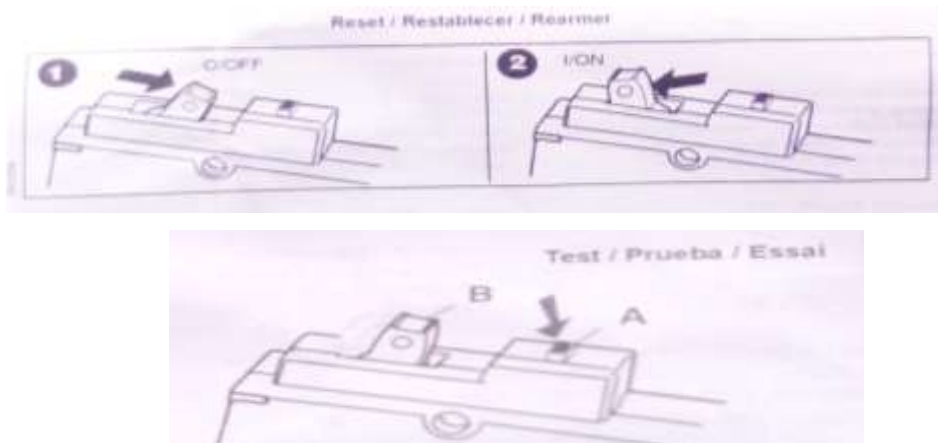
Las pruebas con un megóhmetro, de alta tensión o rigidez dieléctrica producirán daño al interruptor con GFCI. Desenergice el equipo y aisle el interruptor automático con GFCI antes de realizar cualquier prueba.

El incumplimiento de esta instrucción puede causar daño al módulo electrónico del GFCI.

1. Desconecte todas las cargas descendentes del GFCI.
2. Energice el centro de carga o tablero de alumbrado/distribución.
3. Coloque la palanca del interruptor con GFCI en la posición de cerrado (I/ON).
4. Oprima el botón test (prueba), A.

Si el interruptor funciona correctamente:

- Se desconectará la alimentación.
 - La palanca (B) se desplazará a la posición intermedia (disparado).
5. Si el interruptor con GFCI no funciona correctamente, vuelva a revisar el alambrado y la instalación.
 6. Para restablecerlo, mueva la palanca a la posición de abierto(O/OFF), y luego a la posición de cerrado (I/ON).



Desmontaje

1. Desenergice el equipo antes de realizar cualquier trabajo dentro y fuera de él.
2. Desmonte el interruptor con GFCI en el orden inverso al de su instalación. Si no se vuelve a colocar, instale una placa de relleno HOMFP (no incluida).

INTERRUPTOR AUTOMÁTICO E INTERRUPTOR DE CIRCUITO POR FALLA DE ARCO (CAFI)

PELIGRO

PELIGRO DE DESCARGA ELÉCTRICA, EXPLOSIÓN O DESTELLO POR ARQUEO

- Utilice equipo de protección personal (EPP) apropiado y siga las prácticas de seguridad en trabajos establecidos por su compañía, consulte la norma 70E NFPA.
- Solamente el personal eléctrico especializado deberá instalar y prestar servicio de mantenimiento a este equipo.
- Desenergice el equipo antes realizar cualquier trabajo en él.
- Siempre utilice un dispositivo detector de tensión nominal adecuado para confirmar la desenergización del equipo.
- Vuelva a colocar todos los dispositivos, las puertas y cubiertas antes de energizar el equipo.

El incumplimiento de estas instrucciones podrá causar la muerte o lesiones serias.

Precaución

PELIGRO DE DAÑO AL EQUIPO

Las pruebas con megóhmetros, de alta tensión o rigidez dieléctrica producirán daño al interruptor automático. Desenergice el equipo y aisle el interruptor automático antes de realizar cualquier prueba.

El incumplimiento de esta instrucción puede causar daño al equipo.

NOTA

- Este producto no cumple con los requisitos de protección de los circuitos de falla a tierra de clase A.
- Este interruptor automático puede utilizarse en los centros de carga Homeline excepto en todas las versiones HOM2-4. Todas las versiones HOM6-12L100 necesitan conductores de línea para el centro de carga calibre 25 mm² (3 AWG) como máximo.
- Este dispositivo por falla de arco no está diseñado para utilizarse en circuitos en los que se comparte el conductor del neutro con otros circuitos. El interruptor automático se disparará incorrectamente en los circuitos de “neutro compartido”.

INSTALACION

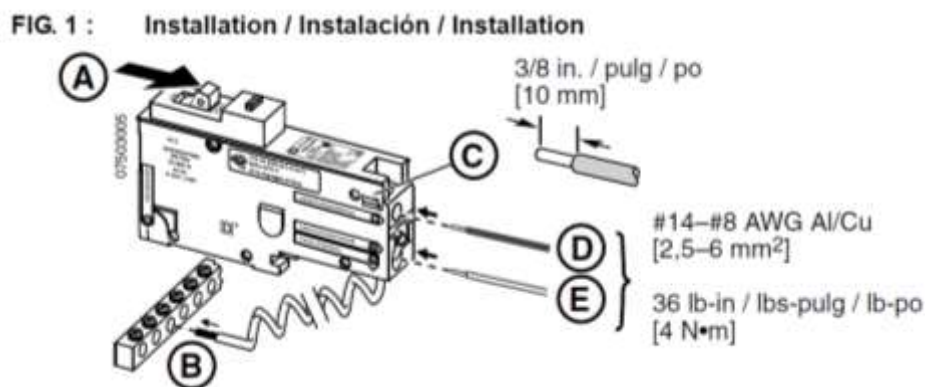
Vea la figura 1

1. Desenergice el equipo antes de realizar cualquier trabajo en él.
2. Desconecte el interruptor automático (A).
3. Retire el marco del tablero.
4. Conecte el neutro del tablero (cable flexible B) al centro de la carga o a la barra del neutro del tablero. Consulte los datos en el centro de carga o tablero para obtener los valores de par de apriete.
5. Quite el aislamiento a los cables en la medida mostrada.
6. Conecte la alimentación de carga (D) y el neutro de carga (E). Vea la figura 1 o consulte los datos al lado del interruptor automático para obtener los valores de par de apriete.

NOTA: los cables del neutro de carga (E) y del neutro del tablero (cable flexible B) deberán conectarse de acuerdo con las condiciones delineadas

anteriormente para que funcione correctamente el equipo de detección por falla de arco.

7. Instale el interruptor en tablero y vuelva a apretar de los conectores de los cables.
8. Vuelva a instalar el marco del tablero y adhiera la etiqueta (f), incluida, al centro de carga o tablero de manera que esté visible una vez instalada la cubierta o el marco.



PRUEBA

Vea la figura 2

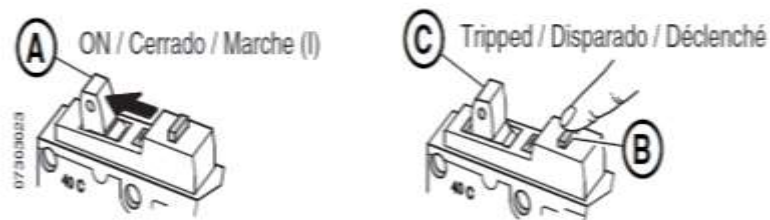
1. desconecte todas las cargas descendentes del interruptor automático.
2. Conecte la alimentación del centro de carga o tablero de distribución.
3. Gire la palanca (A) del interruptor automático a la posición de cerrado (I).
4. Presione el botón de prueba (B).

NOTA: cuando el interruptor automático está funcionando correctamente, ésta se disparara y la palanca cambiara a la posición de disparo posición intermedia (C). Si no se dispara el interruptor, consulte la sección de “diagnóstico de problemas”.

- Restablezca el interruptor automático moviendo la palanca completamente a la posición de abierto (O) y luego a la posición de cerrado (I).
- vuelva a conectar las cargas descendentes del interruptor automático.

Figura 2

FIG. 2 : Circuit Breaker Testing / Prueba del interruptor automático / Essais



El interruptor automático CAFI proporciona protección continua contra fallas. Si ocurre una falla durante el procedimiento de indicación, el interruptor automático CAFI interrumpirá la falla protegerá el circuito.

- Coloque el interruptor automático en la posición de abierto (O/OFF).
- Oprima firmemente el botón de prueba blanco "TEST "y continúe sosteniendo hasta el paso 4.
- Mueva la palanca a la posición de cerrado (I/ON).
- el interruptor automático deberá dispararse en uno de los siguientes tiempos:

Se dispara instantáneamente (menos de 1 segundo).	Falla a tierra incluye: Arqueo a tierra Neutro compartido Neutro conectado a tierra falla a tierra
Se dispara en 2 segundos.	falla por arqueo incluye: Falla por arqueo paralela Falla por arqueo en serie
Se dispara en 5 segundos.	Procedimiento completo incluye: No hubo falla sobrecarga térmica cortocircuito

Declaración sobre interferencia de radio frecuencia de la comisión federal de comunicaciones.

Este interruptor automático ha sido puesto a prueba y se ha determinado que cumple con los límites establecidos para un dispositivo clase B, de acuerdo con la con la parte 15 de los reglamentos de la CFC.

Estos límites han sido diseñados para dar una protección razonable contra interferencias dañinas en una instalación residencial. Esta interruptor automatic genera y puede emitir energía de radiofrecuencias, y si no se instala y se usa de acuerdo con las instrucciones puede causar interferencia dañina a las comunicaciones de radio. Sin embargo, no hay garantía de que ocurra interferencia en alguna instalación en particular. Si este interruptor causa interferencia dañina a la recepción de radio y televisión, se le sugiere al usuario que intente corregir las interferencias de una o varias de las siguientes maneras:

Reorientar la antena de recepción o ubicarla en otro lugar.

Aumentar la separación entre el interruptor automático y el receptor.

Conectar el receptor en un contacto que esté en un circuito diferente al que está conectado el interruptor automático.

Consultar al distribuidor o a un técnico con experiencia en radio y televisión para obtener ayuda.

CONTACTO PROTECTOR DE SOBRE TENSION CON SEGURO

- 1A** instalación de un receptáculo o protector de sobre tensión al final de la línea (diagrama de cableado A): DESCONECTE LA ENERGIA a este receptáculo con el interruptor de circuitos o fusible.
- 1B** instalación de un receptáculo o protectorado sobre tensión en lugar de un receptáculo en un circuito con alimentación continua (diagrama de cableado B); seleccione el receptáculo que será reemplazado por el receptáculo protector de sobretensión. DESCONECTE LA ENERGÍA a este receptáculo con el interruptor de circuitos o fusible.
2. Use la lámpara de prueba para comprobar que ambas salidas no están energizadas.
 3. Quite la placa y el receptáculo existente si es aplicable.
 4. Quite todos los cables de los tornillos terminales plateados del receptáculo a ser reemplazado (deben ser los conductores neutros color blanco).
 - a) **Para cableado lateral:** pele 1.6 cm (5/8") del aislante. Enrosque los alambres $\frac{3}{4}$ de vuelta hacia la derecha alrededor del tornillo terminal marcado "WHITE WIRE" (CABLE BLANCO) apriete firmemente el tornillo terminal.
 - b) **Para cableado posterior:** pele 1.3 cm (1/2") del aislante. Inserte este cable rígido dentro del orificio marcado "WHITE WIRE" (CABLE BLANCO) apriete firmemente el tornillo terminal. Asegúrese que el terminal apriete solo el cable pelado y no al aislante.
 5. Quite todos los cables de los tornillos terminales de LATON del receptáculo a ser remplazado (deben ser conductores fase NEGRO o ROJO)
 - a) **Para cableado lateral:** pele 1.6 cm (5/8") del aislante. Enrosque los alambres $\frac{3}{4}$ de vuelta hacia la del receptáculo alrededor del tornillo terminal marcado "HOT WIRE" (CABLE FASE) apriete firmemente el tornillo terminal.

- b) Para cableado posterior:** pele 1.3 cm (1/2") del aislante. Inserte este cable rígido dentro del orificio marcado "HOT WIRE" (CABLE FASE) apriete firmemente el tornillo terminal. Asegúrese que el terminal apriete solo el cable pelado y no al aislante.
6. Desconecte el conductor a tierra del tornillo terminal VERDE del receptáculo a ser reemplazado y conecte al tornillo VERDE en el receptáculo protector de sobretensión. Para circuitos con tierra aislada que usan receptáculos protectores de sobretensión IG, reconecte el conductor a tierra IG al tornillo verde IG ubicado al final del receptáculo. Un conductor a tierra NO aislado (si hay) NO se debe conectar a este terminal IG porque puede comprometer la integridad de la tierra aislada. Un conductor a tierra NO aislado (si hay) se debe conectar a la caja de metal de pared.
 7. la instalación se completa colocando cuidadosamente los alambres dentro de la caja eléctrica, dejando espacio para el receptáculo. Monte el receptáculo protector de sobrecargas dentro de la caja con los tornillos provistos. Monte el receptáculo protector de sobrecargas en la caja de pared con el contacto a tierra hacia arriba, usando los tornillos de montaje provistos. Monte la placa de pared.
 8. restablezca la energía mediante el interruptor de circuitos o fusible. **LA**

INSTALACIÓN ESTÉ COMPLETA.

FUNCIONAMIENTO

Los receptáculos protectores de sobretensión de levitan están diseñados para reducir las sobrecargas transitorias irregulares de energía y el ruido eléctrico en las líneas de alimentación de energía eléctrica.

Los receptáculos protectores de sobretensión de levitón pueden usarse para proteger equipo electrónico sensible en instalaciones industriales, comerciales y residenciales contra fatiga y degradación infligida por descargas de voltaje transitorias.

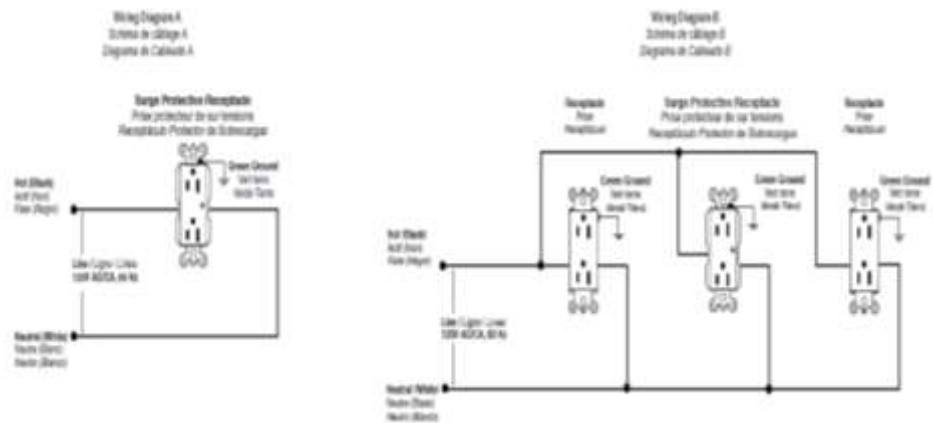
Los receptáculos protectores de sobretensión con tierra aislada (-IG) proporciona una ruta a tierra pura, aislada de los medios normales a tierra que emplean la abrazadera montaje de la unidad.

Los receptáculos de sobretensión grado hospital y comercial tienen una alarma audible. Si se pierde la protección contra transientes, la alarma sonara y una luz indicadora LED se apagara.

La luz indicadora LED está encendido continuamente cuando la protección está activa, pero se apaga cuando el equipo d protección está desactivado debido a transientes excesivos. La unidad completa se debe reemplazar si se desea protección de sobrecargas. Si no se reemplaza la unidad, funcionará solamente como un receptáculo convencional dentro de su capacidad dada.

Los receptáculos protectores de sobretensión poseen un mecanismo interno que bloquea el acceso a los contactos hasta que se inserte un enchufe de dos clavijas. De esta manera, hebillas de pelo, llaves, etc., son bloqueadas.

Figura 1a y 1b



INSTALACIÓN Y PRUEBA DE UN RECEPTÁCULO ICFT

1.- El receptáculo ICFT es diferente a los receptáculos convencionales.

En el caso de falla a tierra, el ICFT se dispara y para rápidamente la corriente de la electricidad para prevenir accidentes serios.

Definición de una falla a tierra:

En lugar de seguir su curso normal, la electricidad pasa a través del cuerpo de la persona para alcanzar tierra.

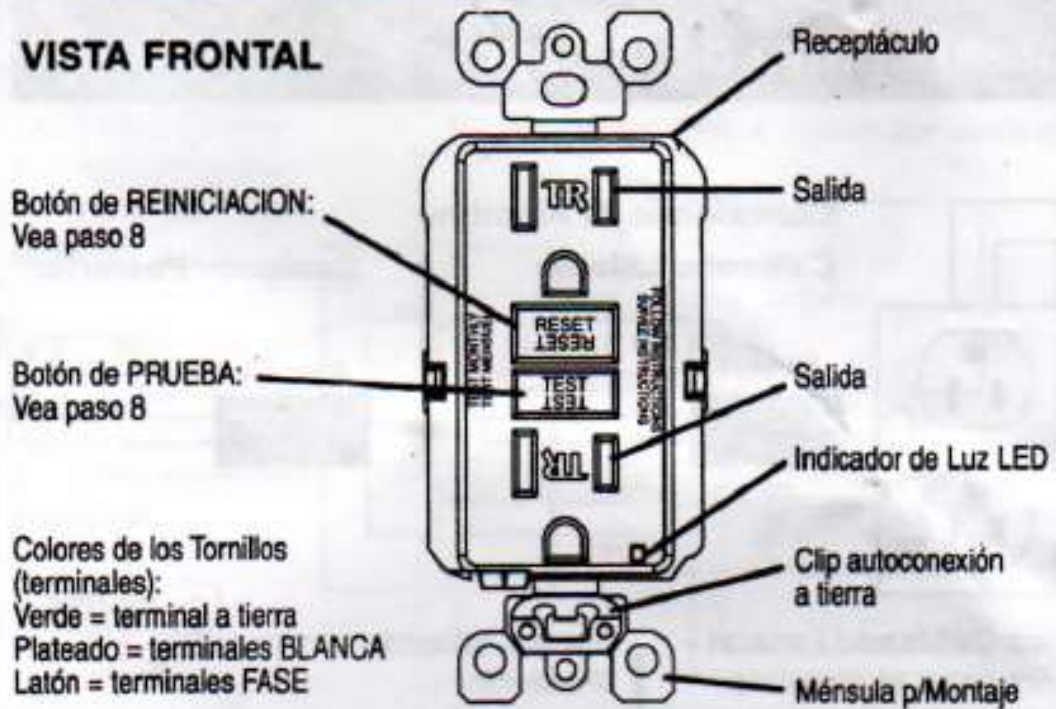
Un receptáculo ICFT NO protege contra sobrecargas del circuito, cortocircuitos o choques eléctricos.

El ICFT tiene una característica de seguro que previene el REINICIO:

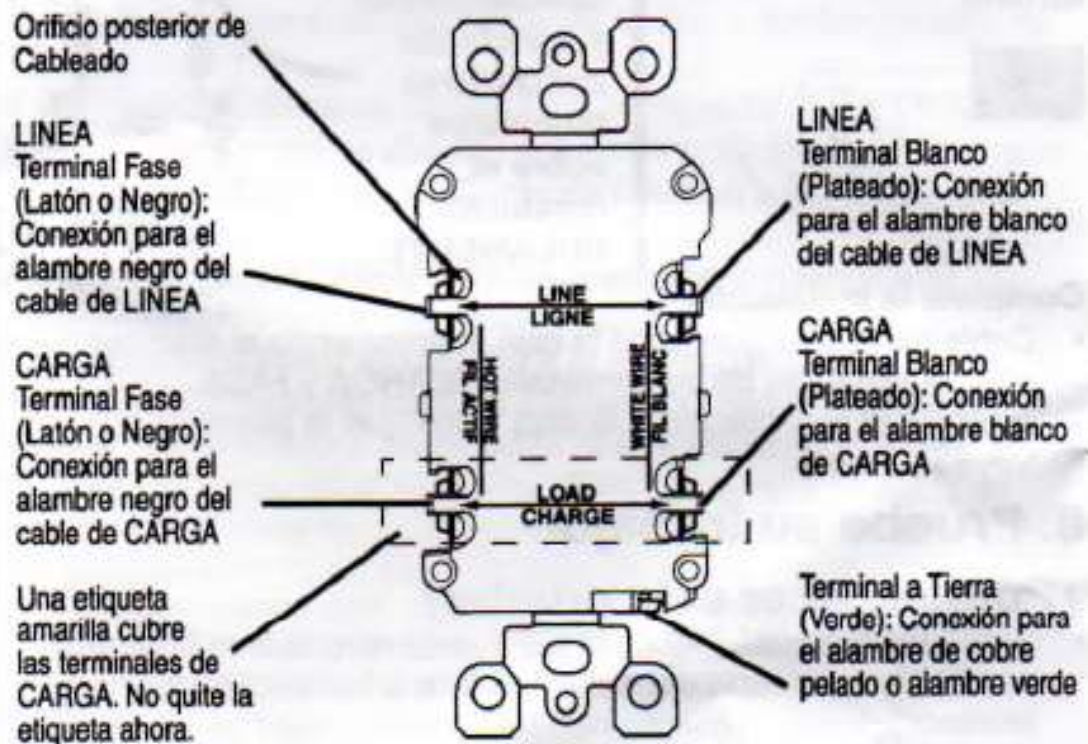
- El ICFT no tiene energía
- El ICFT no está bien cableado, debido a que los conductores de LINEA Y CARGA están invertidos.
- El ICFT no pasa su prueba interna, indicando que no puede dar protección en el caso de falla a tierra.

2. Características de ICFT

VISTA FRONTAL



VISTA POSTERIOR



3.- INSTALACIÓN

Instalar un receptáculo ICFT puede ser más complicado que instalar un receptáculo convencional.

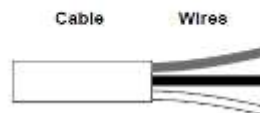
Asegurese:

- Entienda los principios y las técnicas básicas de cableado.
- Pueda interpretar diagramas de cableado.
- Tenga experiencia en el cableado de circuitos.
- Esté preparado para tomar unos minutos para probar su trabajo, asegurándose que ha cableado el receptáculo ICFT correctamente.

4.- LINEA contra CARGA.

4. LINE vs. LOAD

A cable consists of 2 or 3 wires.



Cable de Línea:

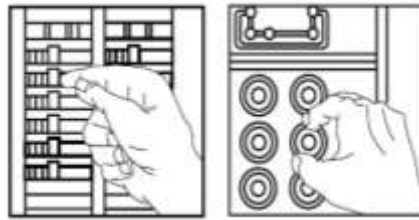
Distribuye energía desde el panel de servicio (panel de interruptor de circuito o la caja de fusible). Si sólo hay un cable de la caja eléctrica, éste es el cable de línea. Ese cable debe ser conectado solo a las terminales de línea del ICFT.

Cable de Carga:

Distribuye energía desde el ICFT a otro receptáculo en el circuito Este cable debe ser conectado solo a las terminales de carga del ICFT. Las terminales de carga están debajo de la etiqueta amarilla. NO saque la etiqueta en este momento.

5.- DESCONECTE LA ENERGÍA.

Conecte un producto eléctrico, tal como una lámpara o radio al receptáculo en el que está trabajando. ENCIENDA la lámpara o radio. Luego, vaya al panel de servicio. Encuentre el interruptor o fusible que protege ese receptáculo. Ponga el interruptor en la posición APAGADO o saque completamente el fusible. La lámpara o radio debe APAGARSE.



Luego, conecte y ENCIENDA la lámpara o el radio en la otra salida del receptáculo para asegurarse que la corriente está DESCONECTADA en ambas salidas. Si la corriente está DESCONECTADA, pare el trabajo y contacte con un electricista para completar la operación.

9. IDENTIFIQUE CABLES/ALAMBRES.

Importante:

No instale el receptáculo ICFT en una caja eléctrica que contenga (a) más de cuatro (4) alambres (excluyendo los alambres a tierra) o (b) cables con más de (2) alambres (excluyendo el alambre a tierra). Contacte con un electricista calificado en cualquiera de los dos caso (a) o (b).

- Si ve un cable (2 o 3 alambres), ese es el cable de LÍNEA. El receptáculo está probablemente en la posición C (vea el diagrama de la derecha). Saque el receptáculo y continúe con el paso 7 A.

- Si ve dos cables (4-6 alambres) el receptáculo está probablemente en la posición A o B (vea el diagrama de la derecha). continúe los pasos a-e en el procedimiento de la derecha.

Procedimiento: caja(2) cable (4-6alambres):

A) Remueva el alambre blanco y el alambre fase de uno de los cables del receptáculo y protéjalo cada uno separadamente con un conector de alambre. Asegure que sean del mismo cable.

B) Reinstale el receptáculo en la caja eléctrica, coloque la placa, luego restablezca la energía en el panel de servicio.

C) Determine si la energía esta corriendo al receptáculo. Si es asi, los alambres protegidos son los alambres de CARGA. Si no, los alambres protegidos son los alambres de LÍNEA.

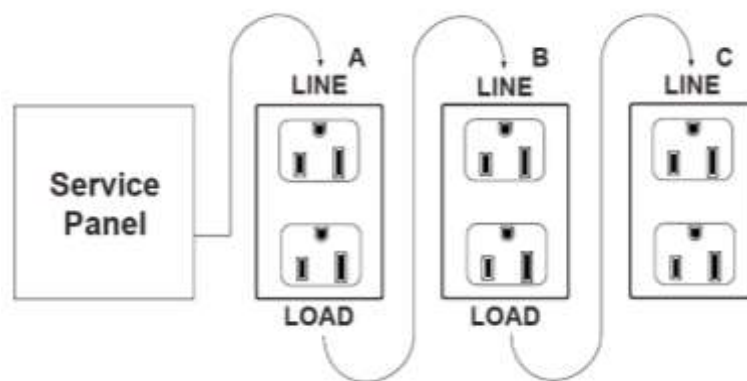
D) Desconecte la energía en el panel de servicio, marque los alambres de LÍNEA y CARGA, luego saque el receptáculo.

E) Siga con el paso 7B.

Posición en circuito :

La posición del IFCT en el circuito determina si protege otros receptáculos del circuito.

Ejemplo de circuito:

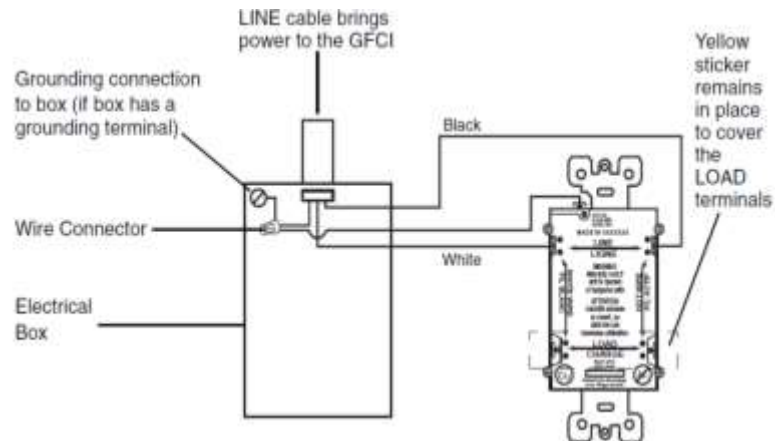


Colocar el IFCT en la posición A también proveerá protección a los “lados de carga” receptáculos B y C. Si coloca el ICFT en la posición C no

proveerá protección a los receptáculos A o B y C pueden estar en diferentes habitaciones.

10. Conecte los alambres elija (A o B)

A: un cable (2 o 3 alambres) dentro d la caja.



Conecte los alambres del cable de línea a las terminales de línea:

- El alambre blanco se conecta a la terminal BLANCA (plateada).
- El alambre negro se conecta a la terminal FASE (latón o negro).

Conecte el alambre a tierra (sólo si hay alambre a tierra):

- Para una caja que no tiene terminal a tierra (no se muestra el diagrama): conecte el alambre plateado (o VERDE) del cable de LÍNEA directamente a la terminal de a tierra en el receptáculo del ICFT.
- Para una caja que tiene terminal a tierra (se muestra el diagrama de arriba) conecte un alambre pelado (o VERDE) de 12 o 14 AWG de 15cm a la terminal a la tierra en el ICFT. También conecte un alambre

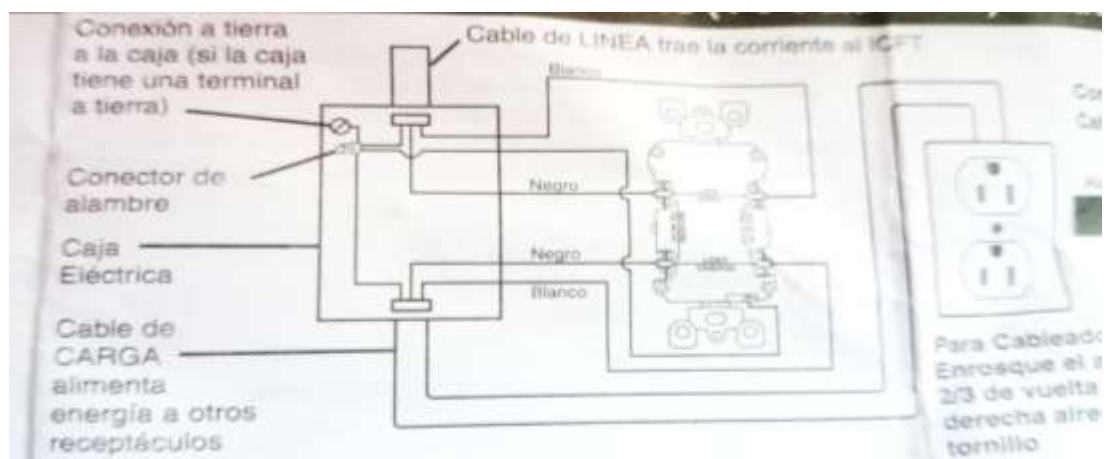
similar a la terminal a tierra en la caja. Conecte las puntas de estos alambres al alambre pelado (o VERDE) del cable de LÍNEA usando un conector de alambre. Si estos alambres ya están en su lugar, verifique las conexiones.



Complete la instalación:

- Doble los cables dentro de la caja, manteniendo el alambre a tierra separado de las terminales BLANCAS y FASE. Atornille el receptáculo a la caja y coloque la placa.
- Vaya al paso 8.

B: Dos cables (4 o 6alambres) dentro de la caja.



Conecte los alambres del cable de LÍNEA a las terminales de LÍNEA:

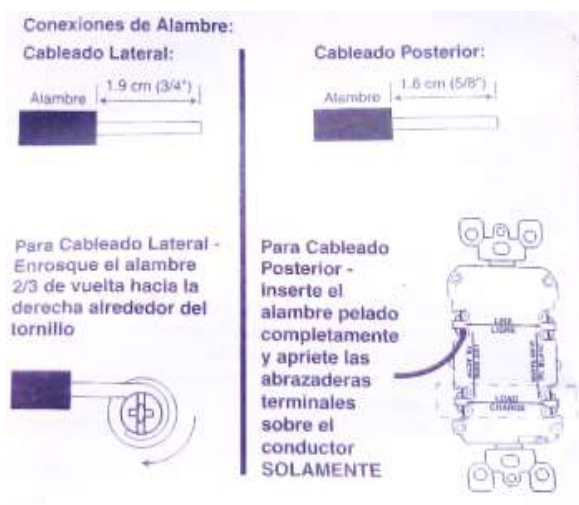
- El alambre blanco se conecta a la terminal BLANCA (plateada).
- El alambre negro se conecta a la terminal FASE (latón o negro).

Conecte los alambres del cable de CARGA a los terminales de CARGA:

- Quite la etiqueta AMARRILLA para exponer los terminales de CARGA.
- El alambre blanco se conecta a la terminal BLANCA (plateada).
- El alambre negro se conecta a la terminal FASE (latón o negro).

Conecte el alambre a tierra (sólo si hay alambre a tierra):

- Conecte un alambre pelado (o VERDE) de 12 o 14 AWG de 15cm a la terminal a la tierra en el ICFT. Si la caja tiene terminal a tierra también conecte un alambre similar a la terminal a tierra en la caja. Conecte las puntas de estos alambres al alambre pelado (o VERDE) del cable de LÍNEA o CARGA usando un conector de alambre. Si estos alambres ya están en su lugar, verifique las conexiones.



Complete la instalación:

- Doble los cables dentro de la caja, manteniendo el alambre a tierra separado de las terminales BLANCAS y FASE. Atornille el receptáculo a la caja y coloque la placa.
- Vaya al paso 8.

11. PRUEBE SU TRABAJO

¿Por qué hacer esta prueba?

- Si el cableado está mal en el ICFT, ESTE NO PREVIENE heridas o muerte debido a una falla a tierra (choque eléctrico).

- Si conecta erróneamente los alambres de LÍNEA a las terminales de CARGA, el ICFT no reiniciará y no proveerá energía a la fase del receptáculo ICFT o a ningún receptáculo alimentado por el ICFT.

a) Este ICFT se envía de fábrica en condición de disparo y no se puede reiniciar hasta que esté cableado correctamente y se suministre energía al producto. Conecte la lámpara o el radio en el ICFT (y déjelo conectado). Restablezca la energía en el panel de servicio. Asegúrese que el ICFT todavía este en condición de disparo presionando el botón de PRUEBA.

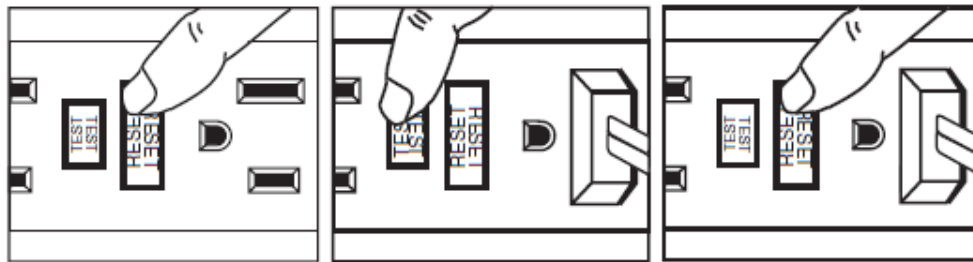
Si la luz indicadora en la parte del frente se ENCIENDE y la lámpara o el radio se APAGA las conexiones de línea y carga se han invertido. No puede reiniciarse el ICFT en esta condición.

b) Presione totalmente el botón de reinicio. Si la lámpara o el radio se enciende y la luz indicadora se enciende el ICFT se ha instalado correctamente. Si el ICFT no se puede reiniciar, vea la sección solución de problemas.

c) Si instala su ICFT usando el paso 7B presione el botón TEST (de prueba), luego conecte la lámpara o el radio en los receptáculos alrededor para ver cual de ellos, además del ICFT pierde energía cuando presiona el botón de PRUEBA. NO conecte equipos para mantener la vida en

ninguno de los receptáculos que pierden energía. Coloque la etiqueta de “PROTEGIDO POR ICFT” en cada receptáculo que pierde energía, luego presione el botón de REINICIO para reiniciar el ICFT.

d) Presione el botón de PRUEBA (luego el botón de REINICIO) cada mes, para asegurar una operación apropiada. Si la luz indicadora no se va ni regresa o el ICFT no se puede reiniciar, entonces se tiene que remplazar



5.7.2 Fichas de inspección de las instalaciones eléctricas comerciales y domiciliarias

BIBLIOGRAFÍA

- BLACK & DECKER, (2011), The Complete Guide to Wiring, 5ª Edición, Creative Publishing international, Inc., Minneapolis.
- DELGADO Víctor, GARNICA Paul, LANDAVERDE Noe, PÉREZ Natalia (2010), Evaluación de la resistividad en campo y en laboratorio y su aplicación a pavimentos, Publicación técnica No 325, Ciudad de México.
- GUNDRY Gary, LOVEGROVE Roger, ATKINSON Bill, (2013), Electrical Installation Design, 4a Edición, John Wiley & Sons, Ltd, Chichester.
- HARPER Enríquez, (2004), Manual Práctico de Instalaciones Eléctricas, 2ª Edición, Editorial Limusa S.A., México D.F.
- INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN, (2001), Código Eléctrico Nacional, 1ª Edición.
- JENKINS B. D., COATES Mark, (2010), Electrical Installation Calculation, 4a edición, John Wiley & Sons, Ltd, Chichester.
- KELLER Kimberly, (2010), Electrical Safety Code Manual, Elseiver Inc., Oxford.
- MULLIN Ray, SIMMONS Phil, (2012), Electrical Wiring Commercial, 14a Edición, Delmar Cengage Learning, Nueva York.
- MULLIN Ray, SIMMONS Phil, (2012), Electrical Wiring Residential, 14a Edición, Delmar Cengage Learning, Nueva York.
- NEITZEL Dennis, CAPELLI-SHELLPFEFFER Mary, CADICK John, (2006), Electrical Safety Handbook, 3a Edición, McGraw-Hill,
- SCHNEIDER ELECTRIC, (2010), Guía de Diseño de Instalaciones Eléctricas, 4ª Edición, Tecfoto, S.L, España.
- SCHNEIDER ELECTRIC ESPAÑA, S.A., (2008), Guía de diseño de Instalaciones eléctricas Según normas internacionales IEC, 2ª Edición, Tecfoto, S.L., España.

DOCUMENTOS ELECTRÓNICOS

Arc Detection With The AfcI. Recuperado el 14 de abril de 2014.
<http://www.schneider-electric.us/documents/support/codes-and-standards/arc-fault-detection-with-afci-iaei-news.pdf>

AFCIs Come of Age. Recuperado el 6 de enero de 2014.
<http://www.afci220v.com/uploadfile/20130407/20130407113249742.pdf>

Combination AFCI. Recuperado el 6 de enero de 2014.
http://w3.usa.siemens.com/us/internet-dms/btlv/Residential/Residential-Murray/docs_LoadCentersBreakersMurray/MYPM-COMBO-0907.pdf

The Truth About AFCIs Part I. Recuperado el 6 de enero de 2014.
<http://www.schneider-electric.us/documents/support/codes-and-standards/truth-about-afcis-part1.pdf>

The Truth About AFCIs Part II. Recuperado el 6 de enero de 2014.
<http://www.schneider-electric.us/documents/support/codes-and-standards/truth-about-afcis-part2.pdf>

Data Bulletin The Truth About AFCIs. Recuperado el 12 de noviembre de 2013.
<http://static.schneider-electric.us/docs/Circuit%20Protection/Miniature%20Circuit%20Breakers/0760DB0201.pdf>

Combination AFCI internal view. Recuperado el 6 de noviembre del 2013.
http://www.eaton.com/ecm/groups/public/@pub/@electrical/documents/content/ct_133553.pdf

Understanding Ground Fault and Leakage Current Protection. Recuperado el 6 de febrero de 2014.
<http://www.ul.com/global/documents/corporate/aboutul/publications/newsletters/electricalconnections/january09.pdf>

Surge Protective Devices (SPDs). Recuperado el 24 de enero de 2014.
<http://www.graybar.com/documents/leviton-spds.pdf>

Surge Current Characteristics White Paper. Recuperado el 22 de abril de 2014.
<http://www.emersonnetworkpower.com/documentation/en-us/brands/surgeprotection/documents/whitepapers/wp-30023surgecurrentcharacteristics570hybridspsdrev4-4-13.pdf>

Surge Protective Device (SPD) Type Application Considerations. Recuperado el 21 de abril de 2014. <http://www.nemasurge.org/wp-content/uploads/2011/09/SPD-Type-Application-Considerations-Rev-Date-01-31-2013.pdf>

Changes to Surge Protection Device Standards. Recuperado el 22 de abril de 2014. <http://ewh.ieee.org/r3/nashville/events/2011/Surge%20Protection%20Device%20Standards%20-%20IEEE%20Meeting.pdf>

UL 1449 3rd Edition (Type 2) - What You Should Know. Recuperado el 25 de enero de 2014. http://www.eaton.com/ecm/idcplg?IdcService=GET_FILE&allowInterrupt=1&RevisionSelectionMethod=LatestReleased&noSaveAs=0&Rendition=Primary&dDocName=PCT_263662

LINKOGRAFIA

<http://www.ul.com/global/eng/pages/offerings/perspectives/regulator/electrical/additionalresources/afci/types/>

<http://www.ul.com/global/eng/pages/offerings/perspectives/consumer/productsafety/groundfault/>

<http://www.nemasurge.org/faqs/>

<http://engineering.electrical-equipment.org/electrical-distribution/how-choose-surge-protection-device.html>

<http://www.nemasurge.org/ul-1449-transient-voltage-surge-suppressors/>

<http://www.schirtec.at/es/teor%C3%ADa-de-la-protecci%C3%B3n-contra-sobretensiones.html>

SOCIALIZACIÓN DEL PROYECTO DE TESIS

Tema:

Estudio de fallas en instalaciones eléctricas domiciliarias y comerciales e implementación de un modelo didáctico para su corrección.

Nombre	Semestre	C.I.	Firma
Felipe Vinicio Yopez	10 ^{mo} CIME	100357025-8	
Silvana Guzmán	8 ^{va} CIME	100337152-1	
Jonathan Guzmán	8 ^{va} CIME	1003562863	
Jorge Luis Moracho	8 ^{va} CIME	100363437-9	
Jorge Luis Herrera	8 ^{va} CIME	040150156-5	
Dyian Montalvo	8 ^{va} CIME	100356686-4	
Gerson Guzmán	8 ^{va} CIME	100332360-2	
Darwiddo Chuqui	8 ^{va} CIME	04018959-1	
David Yucato	8 ^{va} CIME	100344101-9	
Diego Viquez Parada	8 ^{va} CIME	100404187-5	
Oscarito Ontaneda	8 ^{va} CIME	100194662-1	
Santiago Ruiz	8 ^{va} CIME	100367229-0	
Dany Fian	8 ^{va} CIME	040154201-4	
Mayra Guzmán	8 ^{va} CIME	100363519-4	
Angel Cosqui	8 ^{va} CIME	100398613-8	
José Alexander	8 ^{va} CIME	100292368-1	
Ismael Rubio U.	8 ^{va} CIME	100340058-5	
Rubén Valencia	8 ^{va} CIME	040161343-3	
Gregory Acosta	8 ^{va} CIME	1002933037	
José Luis Ruiz	8 ^{va} CIME	100947395-8	
Richard Rosales	8 ^{va} CIME	040158915-5	
Diego Acosta	8 ^{va} CIME	04016892-9	



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
BIBLIOTECA UNIVERSITARIA**

**AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN
A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**

1. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

La Universidad Técnica del Norte dentro del proyecto Repositorio Digital Institucional, determinó la necesidad de disponer de textos completos en formato digital con la finalidad de apoyar los procesos de investigación, docencia y extensión de la Universidad.

Por medio del presente documento dejo sentada mi voluntad de participar en este proyecto, para lo cual pongo a disposición la siguiente información:

DATOS DE CONTACTO		
CÉDULA DE IDENTIDAD:	1002367934	
APELLIDOS Y NOMBRES:	Vásquez Villarruel Ramiro Mauricio	
DIRECCIÓN:	Lucila Benalcazar 3115	
EMAIL:	Ramiro_mauricio@hotmail.com	
TELÉFONO FIJO:	2585276	TELÉFONO MÓVIL: 0999249969

DATOS DE LA OBRA	
TÍTULO:	"Estudio de fallas en instalaciones eléctricas domiciliarias y comerciales e implementación de un modelo didáctico para su corrección"
AUTOR (S):	Vásquez Villarruel Ramiro Mauricio Yépez Guevara Marco Fabián
FECHA: AAAAMMDD	22-07-2014
PROGRAMA:	<input checked="" type="checkbox"/> PREGRADO <input type="checkbox"/> POSGRADO
TÍTULO POR EL QUE OPTA:	INGENIERO EN LA ESPECIALIDAD DE MANTENIMIENTO ELÉCTRICO
ASESOR /DIRECTOR:	Ing. Hernán Pérez

2. AUTORIZACIÓN DE USO A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD

Yo, Vásquez Villarruel Ramiro Mauricio, con cédula de identidad Nro 1002367934, en calidad de autor (es) y titular (es) de los derechos patrimoniales de la obra o trabajo de grado descrito anteriormente, hago entrega del ejemplar respectivo en formato digital y autorizo a la Universidad Técnica del Norte, la publicación de la obra en el Repositorio Digital Institucional y uso del archivo digital en la Biblioteca de la Universidad con fines académicos, para ampliar la disponibilidad del material y como apoyo a la educación, investigación y extensión; en concordancia con la Ley de Educación Superior Artículo 144.

3. CONSTANCIAS

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

Ibarra, a los 22 días del mes de Julio del 2014

LA AUTORA:



(Firma) Vázquez Villarruel Ramiro Mauricio
Nombre: Vásquez Villarruel Ramiro Mauricio
C.C.: 1002367934

Facultado por resolución de Consejo Universitario _____



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE GRADO A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

Yo, Vásquez Villarruel Ramiro Mauricio, con cédula de identidad Nro. 1002367934, manifiesto mi voluntad de ceder a la Universidad Técnica del Norte los derechos patrimoniales consagrados en la Ley de Propiedad Intelectual del Ecuador, artículos 4, 5 y 6, en calidad de autor (es) de la obra o trabajo de **"Estudio de fallas en instalaciones eléctricas domiciliarias y comerciales e implementación de un modelo didáctico para su corrección"** que ha sido desarrollado para optar por el título **INGENIERO EN LA ESPECIALIDAD DE MANTENIMIENTO ELÉCTRICO**, en la Universidad Técnica del Norte, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente. En mi condición de autor me reservo los derechos morales de la obra antes citada. En concordancia suscribo este documento en el momento que hago entrega del trabajo final en formato impreso y digital a la Biblioteca de la Universidad Técnica del Norte.

Ibarra, a los 22 días del mes de Julio del 2014

(Firma) 
Nombre: Vásquez Villarruel Ramiro Mauricio
Cédula: 1002367934



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
BIBLIOTECA UNIVERSITARIA**

**AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN
A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**

1. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

La Universidad Técnica del Norte dentro del proyecto Repositorio Digital Institucional, determinó la necesidad de disponer de textos completos en formato digital con la finalidad de apoyar los procesos de investigación, docencia y extensión de la Universidad.

Por medio del presente documento dejo sentada mi voluntad de participar en este proyecto, para lo cual pongo a disposición la siguiente información:

DATOS DE CONTACTO			
CÉDULA DE IDENTIDAD:	1002525507		
APELLIDOS Y NOMBRES:	Yépez Guevara Marco Fabián		
DIRECCIÓN:	Pedro Moncayo 542 y Segundo Luis Moreno Cotacachi		
EMAIL:	marcoyepzguevara@outlook.es		
TELÉFONO FIJO:	2914295	TELÉFONO MÓVIL:	0994563192

DATOS DE LA OBRA	
TÍTULO:	"Estudio de fallas en instalaciones eléctricas domiciliarias y comerciales e implementación de un modelo didáctico para su corrección"
AUTOR (S):	Vásquez Villarruel Ramiro Mauricio Yépez Guevara Marco Fabián
FECHA: AAAAMMDD	22-07-2014
PROGRAMA:	<input checked="" type="checkbox"/> PREGRADO <input type="checkbox"/> POSGRADO
TÍTULO POR EL QUE OPTA:	INGENIERO EN LA ESPECIALIDAD DE MANTENIMIENTO ELÉCTRICO
ASESOR /DIRECTOR:	Ing. Hernán Pérez

2. AUTORIZACIÓN DE USO A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD

Yo, Yépez Guevara Marco Fabián

, con cédula de identidad Nro 1002525507, en calidad de autor (es) y titular (es) de los derechos patrimoniales de la obra o trabajo de grado descrito anteriormente, hago entrega del ejemplar respectivo en formato digital y autorizo a la Universidad Técnica del Norte, la publicación de la obra en el Repositorio Digital Institucional y uso del archivo digital en la Biblioteca de la Universidad con fines académicos, para ampliar la disponibilidad del material y como apoyo a la educación, investigación y extensión; en concordancia con la Ley de Educación Superior Artículo 144.

3. CONSTANCIAS

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

Ibarra, a los 22 días del mes de Julio del 2014

LA AUTORA:



(Firma).....
Nombre: Yépez Guevara Marco Fabián

C.C.: 1002525507

Facultado por resolución de Consejo Universitario _____



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE GRADO A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

Yo, Yépez Guevara Marco Fabián, con cédula de identidad Nro. 1002525507, manifiesto mi voluntad de ceder a la Universidad Técnica del Norte los derechos patrimoniales consagrados en la Ley de Propiedad Intelectual del Ecuador, artículos 4, 5 y 6, en calidad de autor (es) de la obra o trabajo de **"Estudio de fallas en instalaciones eléctricas domiciliarias y comerciales e implementación de un modelo didáctico para su corrección"** que ha sido desarrollado para optar por el título **INGENIERO EN LA ESPECIALIDAD DE MANTENIMIENTO ELÉCTRICO**, en la Universidad Técnica del Norte, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente. En mi condición de autor me reservo los derechos morales de la obra antes citada. En concordancia suscribo este documento en el momento que hago entrega del trabajo final en formato impreso y digital a la Biblioteca de la Universidad Técnica del Norte.

Ibarra, a los 22 días del mes de julio del 2014



(Firma)

Nombre: Yépez Guevara Marco Fabián

Cédula: 1002525507