



UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA

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

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

TEMA:

**MONTAJE Y REPOTENCIACIÓN DEL SISTEMA ELÉCTRICO
DE ILUMINACIÓN DEL TALLER MECÁNICO DE LA
UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA.**

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

AUTOR:

Marco Antonio Villavicencio Castillo

DIRECTOR :

Dng. Julio Cesar Cuenca Cinitana, Mg. Sc.

**LOJA - ECUADOR
2015**

CERTIFICACIÓN

Ing. Julio Cesar Cuenca Tinitana, Mg. Sc.

DIRECTOR DE TRABAJO PRÁCTICO

CERTIFICA:

Haber revisado el proyecto de tesis de Trabajo Práctico titulado: **MONTAJE Y REPOTENCIACIÓN DEL SISTEMA ELÉCTRICO DE ILUMINACIÓN DEL TALLER MECÁNICO DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA**, previo a la obtención del título de **Tecnólogo en Electricidad y Control Industrial**, realizado por el Sr. Egresado **Marco Antonio Villavicencio Castillo**. El mismo que cumple con todos los fundamentos de la investigación científica y por consiguiente autorizo la presentación y defensa final.

Loja, 03 de agosto de 2015



Ing. Julio Cesar Cuenca Tinitana, Mg. Sc.

DIRECTOR DE TESIS

AUTORÍA

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

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

Firma:



Cédula: 1104288525

Fecha: 03/08/2015

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

Yo, **MARCO ANTONIO VILLAVICENCIO CASTILLO**, declaro ser autor de la tesis titulada: **MONTAJE Y REPOTENCIACIÓN DEL SISTEMA ELÉCTRICO DE ILUMINACIÓN DEL TALLER MECÁNICO DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA** como requisito para optar el grado de: **TECNÓLOGO EN ELECTRICIDAD Y CONTROL INDUSTRIAL**; autorizo al Sistema Bibliotecario de la Universidad Nacional de Loja para que con fines Académicos, muestre al mundo la producción intelectual de la Universidad, a través de la visibilidad de su contenido de la siguiente manera en el Repositorio Digital Institucional.

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

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

Para constancia de esta autorización, en la ciudad de Loja, **a los tres días del mes de agosto del dos mil quince.**

Firma:



Autor: Marco Antonio Villavicencio Castillo.

Dirección: Borja Alto. Calle Paramaribo y Barquisimeto.

Correo Electrónico: marcocasty23@gmail.com

Teléfono: 07-2552545

Celular: 0990243496

DATOS COMPLEMENTARIOS

Director de Tesis: Ing. Julio Cesar Cuenca Tinitana, Mg. Sc.

Tribunal de Grado: Ing. Franco Eddy Pineda Ochoa, Mg. Sc.

Ing. Jorge Enrique Carrión González, Mg. Sc.

Ing. José Fabricio Cuenca Granda, Mg. Sc.

AGRADECIMIENTO

Mi sincero agradecimiento a la Universidad nacional de Loja, por permitirme formarme académicamente, a las Autoridades y Docentes de la Carrera de Tecnología en Electricidad y Control Industrial, quienes impartiendo sus conocimientos me ayudaron en mi formación profesional.

De manera especial al Ingeniero Julio Cuenca, Director de tesis, quien con su conocimiento y experiencia como docente ha sido una guía idónea en el desarrollo de la tesis.

MARCO ANTONIO

DEDICATORIA

El presente trabajo lo dedico primeramente **Dios**, por darme siempre la fortaleza para superar las adversidades, a mis Padres **Enrique y Blanca** por darme su amor y comprensión, sobre todo a mi madre por ser el pilar de mi vida.

A mi esposa **Ivanova** por su apoyo moral e incondicional, a mi hija **Sophia** que es la luz de mis ojos y mi impulso para salir adelante, a todas las personas que me ayudaron para llegar a tan anhelado logro.

MARCO ANTONIO

RESUMEN

En el trabajo de tesis **MONTAJE Y REPOTENCIACIÓN DEL SISTEMA ELÉCTRICO DE ILUMINACIÓN DEL TALLER MECÁNICO DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA**, permitió el mejoramiento de iluminación en el área de trabajo de acorde a la distribución de cada maquinaria.

Con el desarrollo del trabajo se logró el cambio de canalización de la red eléctrica de iluminación, permitiendo una correcta instalación eléctrica utilizando materiales necesarios y correctos para su buen funcionamiento. La realización de repotenciación de cada circuito de iluminación, se cambió las líneas de alimentación a la caja principal la cual distribuye en diferentes circuitos mejorando la distribución de energía.

SUMMARY

In the research work named **“MONTAJE Y REPOTENCIACIÓN DEL SISTEMA ELÉCTRICO DE ILUMINACIÓN DEL TALLER MECÁNICO DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA”**, it allowed the improvement of lighting in the work area according to the distribution of each machine.

With the development of this work, allowed the changing channeling lighting grid, allowing a proper electrical installation using materials necessary for a good and correct operation. The completion of repowering of each lighting circuit, the power lines was moved to the main box which distributes in different circuits to get better the power distribution.

ÍNDICE

CERTIFICACIÓN.....	ii
AUTORÍA.....	iii
CARTA DE AUTORIZACIÓN POR PARTE DEL AUTOR.....	iv
AGRADECIMIENTO.....	v
DEDICATORIA.....	vi
RESUMEN.....	vii
SUMARY.....	viii
I. TEMA.....	11
II. INTRODUCCIÓN.....	12
III. OBJETIVOS.....	15
IV. DESCRIPCIÓN TÉCNICA Y UTILIDAD.....	15
4.1 INSTALACIÓN ELÉCTRICA.....	15
4.2 ILUMINACIÓN.....	15
4.3 ALUMBRADO DE EMERGENCIA.....	15
4.4 POTENCIA TOTAL DE ILUMINACIÓN POR CIRCUITOS.....	16
4.4.1 Circuito 1: Oficinas 1 y 2.....	16
4.4.2 Circuito 2: Área de tornos.....	16
4.4.3 Circuito 3: Entrada principal (pasillo) y baño.....	16
4.4.4 Circuito 4: Área de fresadoras.....	17
4.4.5 Circuito 5: Área de soldadoras.....	17
4.5 PROTECCIÓN DE LA INSTALACIÓN ELÉCTRICA CONTRA CORTOCIRCUITOS.....	17
4.5.1 EL FUSIBLE.....	17
4.5.2 DISYUNTORES O BREAKERS.....	21
4.6 ACOMETIDA ELÉCTRICA.....	22
4.6.1 TABLEROS DE DISTRIBUCIÓN.....	24
4.6.2 COMPONENTES DEL TABLERO DE DISTRIBUCIÓN.....	25
4.7. CIRCUITOS ALIMENTADORES.....	27
4.8 INSTALACIONES ELÉCTRICAS INTERIORES.....	29
4.8.1 GENERALIDADES.....	29
4.8.2 CALIBRES DE CONDUCTORES.....	30
4.9 LÁMPARAS FLUORESCENTES.....	35
4.9.1 EFICACIA LUMÍNICA.....	40
4.10. DISTRIBUCIÓN ENERGETICA.....	41
4.10.1 PARTES DE UNA INSTALACIÓN ELÉCTRICA.....	41
4.11.1 FORMAS PARA LA INSTALACIÓN DE UN INTERRUPTOR CONMUTADO.....	43

4.11.2 INTERRUPTOR TRES VÍAS COMMUTADO	45
4.12.2 Conector EMT	49
4.13.1 Empalme cola de rata.	54
4.13.2 Empalme Western Unión	55
4.13.3 Empalme dúplex	57
4.13.4 Empalme de cables en “T” o en derivación simple.....	57
4.13.5 Empalme de cables en T o derivación con nudo.....	58
4.13.6 Empalme de cables en “T” o de derivación múltiple.....	59
4.13.8 Aislando los empalmes eléctricos: encintado y colocación de conectores.	62
V.- MATERIALES UTILIZADOS EN LA EJECUCION DEL TRABAJO	62
4.1 PRESUPUESTO	63
VI.- METODOLOGÍA	67
6.1 DESARROLLO DEL PROYECTO	68
VII.- RESULTADOS	77
VIII.- CONCLUSIONES	80
X.- BIBLIOGRAFÍA	82

I. TEMA

MONTAJE Y REPOTENCIACIÓN DEL SISTEMA ELÉCTRICO
DE ILUMINACIÓN DEL TALLER MECÁNICO DE LA
UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA

II. INTRODUCCIÓN

En el presente trabajo se muestra la gran importancia de las instalaciones eléctricas, pues es de gran ayuda en la actualidad conocer cómo se lleva a cabo una instalación y conocer cada uno de sus elementos, principio de funcionamiento, tipos de instalaciones, y el riesgo que tenga cada una.

Las instalaciones eléctricas por muy sencillas o complejas que parezcan, son el medio por el cual los hogares y las industrias se abastecen de energía eléctrica para el funcionamiento de los aparatos domésticos o industriales respectivamente.

El taller Mecánico de la Universidad Nacional de Loja ha sido creado con el fin de que los estudiantes del Área de la Energía, las Industrias y los Recursos Naturales no Renovables realicen sus prácticas y mejoren sus conocimientos. Es por ello que continuamente se adquieren nuevos equipos e instrumentos, siendo necesario realizar cambios sobre todo en las instalaciones eléctricas de fuerza e iluminación.

Por este motivo es de vital importancia realizar un diagnóstico de las instalaciones eléctricas de iluminación del taller mecánico con el fin de identificar posibles problemas, y así elaborar un adecuado plan de acciones, que permita proponer un rediseño que cuente con las condiciones necesarias, en base a las normas técnicas que deben ser

empleadas en este tipo de instalaciones eléctricas para el correcto funcionamiento de cada una de las máquinas que se encuentran instaladas.

El presente trabajo considera dos etapas, un diagnóstico de las condiciones actuales de las instalaciones y la propuesta de un rediseño de las instalaciones considerando el actual equipamiento y el nuevo a instalarse.

Es importante tener en cuenta los reglamentos que se deben de cumplir para garantizar su funcionamiento, la finalidad de este trabajo es que en cada circunstancia dada se sepa actuar adecuadamente y se cuide la integridad física mediante el uso de protecciones y la reubicación de los interruptores para controlar el encendido de luminarias.

III. OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

- Montaje de tubería conduit (EMT) para el circuito de iluminación y proveer de manera eficiente la iluminación en el taller mecánico.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar la correcta colocación de la tubería conduit (EMT) para los circuitos de iluminación.
- Repotenciar el cableado en cada uno de los circuitos de iluminación a instalarse para su mejor funcionamiento.

- Determinar las respectivas protecciones a utilizarse en los circuitos de iluminación.
- Elaboración del presupuesto para la ejecución del proyecto.

IV. DESCRIPCIÓN TÉCNICA Y UTILIDAD

4.1 INSTALACIÓN ELÉCTRICA

Se le llama instalación eléctrica al conjunto de elementos que permiten transportar y distribuir la energía eléctrica, desde el punto de suministro hasta los equipos que la utilicen.

Las instalaciones eléctricas pueden ser abiertas (conductores visibles), aparentes (en ductos o tubos), ocultas, (dentro de paneles o falsos plafones), o ahogadas (en muros, techos o pisos). (Romero, 1983)

4.2 ILUMINACIÓN

La iluminación se lleva a cabo a través de diversos elementos y artefactos, como lámparas incandescentes (también conocidas como bombillas o focos), lámparas halógenas o fluorescentes.

La iluminación industrial es aquel sistema de iluminación cuya principal finalidad es facilitar la visualización de las cosas, en unas condiciones aceptables de eficacia, comodidad y seguridad.

4.3 ALUMBRADO DE EMERGENCIA

La Iluminación de emergencia debe entrar en funcionamiento automático y permitir, en caso de falla del alumbrado general o cuando la tensión de éste baje a menos del 70% de su valor nominal, la evacuación segura y fácil del

público al exterior; la misma que deberá ser alimentado por fuentes propias de energía y deberá poder funcionar durante un mínimo de una hora, proporcionando el alumbrado en el eje de los pasos principales una iluminación adecuada.

4.4 POTENCIA TOTAL DE ILUMINACIÓN POR CIRCUITOS

4.4.1 Circuito 1: Oficinas 1 y 2

- 4 Luminarias de 4 Lámparas fluorescentes de 40 W c/u.
- Potencia en vatios: 640 W.

4.4.2 Circuito 2: Área de tornos

- 10 Luminarias de 4 Lámparas fluorescentes de 40 W c/u.
- Potencia en vatios: 1600 W.

4.4.3 Circuito 3: Entrada principal (pasillo) y baño

- 9 Luminarias de 4 Lámparas fluorescentes de 40 W c/u.
- Potencia en vatios: 1440 W.
- 2 lámparas de emergencia de 20 W c/u.
- Potencia en vatios: 40 W.
- Potencia total en vatios: $1440\text{ W} + 40\text{ W} = 1480\text{ W}$.

4.4.4 Circuito 4: Área de fresadoras

- 8 Luminarias de 4 Lámparas fluorescentes de 40 W c/u.
- Potencia en vatios: 1280 W.

4.4.5 Circuito 5: Área de soldadoras

- 4 Luminarias de 4 Lámparas fluorescentes de 40 W c/u.
- Potencia en vatios: 640 W.

4.5 PROTECCIÓN DE LA INSTALACIÓN ELÉCTRICA CONTRA CORTOCIRCUITOS.

4.5.1 EL FUSIBLE



Figura 01. Fusible.
Fuente de Consulta: El Autor

El fusible es utilizado para proteger dispositivos eléctricos y electrónicos. Este dispositivo permite el paso de la corriente mientras ésta no supere su intensidad nominal.

Si el valor de la corriente que pasa, es superior a éste, el fusible se derrite, se abre el circuito y no pasa corriente. Si esto no sucediera, el equipo que se alimenta se puede recalentar por consumo excesivo de corriente: (un corto circuito) y causar hasta un incendio.

Funcionamiento

El fusible normalmente se coloca entre la fuente de alimentación y el circuito a alimentar. En equipos eléctricos o electrónicos comerciales, el fusible está colocado dentro de éste. El fusible está constituido por una lámina o hilo metálico que se funde con el calor producido por el paso de la corriente.

Es una práctica común reemplazar los fusibles, sin saber el motivo por el cual este se "quemó", y muchas veces el reemplazo es por un fusible de valor inadecuado. Los fusibles deben de tener la capacidad de conducir una corriente ligeramente superior a la que supuestamente se a dé "quemar". Esto con el propósito de permitir picos de corriente que son normales en algunos equipos.

Existen muchos tipos de fusibles sus características variaran en función de que protejan; cables, motores, semiconductores, etc.

CARACTERÍSTICAS BÁSICAS DE LOS FUSIBLES

Tensión nominal: es la tensión para la que ha sido previsto su funcionamiento, los valores más habituales son: 250, 400, 500 y 600 voltios

en baja tensión, también existen fusibles para alta tensión, aunque en el rango de media tensión.

Intensidad nominal: es la intensidad que puede soportar indefinidamente, sin sufrir ningún deterioro los componentes de dicho elemento. Los valores habituales son: 2, 4, 6, 8, 10, 12, 16, 20, 25, 32, 35, 40, 50, 63, 80, 100, 125, 160, 200, 250, 315, 355, 400, 500, 630, 800, 1000, 1250 amperios.

En cuanto a la clase de servicio los fusibles vienen designados mediante dos letras; la primera nos indica la función que va a desempeñar, la segunda el objeto a proteger:

Primera letra: función

Categoría “**g**” (general purpose fuses) fusibles de uso general.

Categoría “**a**” (accompanied fuses) fusibles de acompañamiento.

Segunda letra. Objeto a proteger.

Objeto “**I**”: Cables y conductores.

Objeto “**M**”: Aparatos de conexión.

Objeto “**R**”: Semiconductores.

Objeto “**B**”: Instalaciones de minería.

Objeto “**Tr**”: Transformadores.

La combinación de ambas letras nos da múltiples tipos de fusibles, pero los más habituales o utilizados son:

Tipo **gF**: fusible de fusión rápida. Protege contra sobrecargas y cortocircuitos.

Tipo **gT**: Fusible de fusión lenta. Protege contra sobrecargas sostenidas y cortocircuitos.

Tipo **gB**: Fusibles para la protección de líneas muy largas.

Tipo **aD**: Fusibles de acompañamiento de disyuntor.

Tipo **gI**: Fusible de uso general. Protege contra sobrecargas y cortocircuitos, suele utilizarse para la protección de líneas, aunque se podría utilizar en la protección de motores.

Tipo **gR**: fusible de uso general y protección de semiconductores.

Tipo **gII**: Fusible de uso general con tiempo de fusión retardado.

Tipo **aM**: Fusible de acompañamiento de motor, es decir, para protección de motores contra cortocircuitos por tanto proteger el motor contra sobrecargas con un dispositivo como podría ser el relé térmico.

En general todos los fusibles cuando se funde uno por la causa que sea el resto de los fusibles que no se han fundido muy posiblemente hayan perdido las características de fábrica al ser atravesados por corrientes y tensiones que no son las nominales, es por eso que en un sistema trifásico cuando se funde un fusible lo correcto es cambiar los tres, así como en un

sistema monofásico lo correcto es cambiar ambos fusibles cuando uno de ellos se ha fundido.

4.5.2 DISYUNTORES O BREAKERS

Un disyuntor o breaker es un aparato capaz de interrumpir o abrir un circuito eléctrico cuando la intensidad de la corriente eléctrica que por él circula excede de un determinado valor o, en el que se ha producido un cortocircuito, con el objetivo de no causar daños a los equipos eléctricos.

A diferencia de los fusibles, que deben ser reemplazados tras un único uso, el disyuntor puede ser rearmado una vez localizado y reparado el daño que causó el disparo o desactivación automática.

Se fabrican disyuntores de diferentes tamaños y características lo cual hace que sea ampliamente utilizado en viviendas, industrias y comercios.

Características

Los parámetros más importantes que definen un disyuntor son:

Calibre o corriente nominal: Corriente de trabajo para la cual está diseñado el dispositivo. Existen desde 5 A hasta 64 A.

Tensión de trabajo: Tensión para la cual está diseñado el disyuntor. Existen monofásico (230 V) o trifásico (400 V).

Poder de corte: Intensidad máxima que el disyuntor puede interrumpir. Con mayores intensidades se pueden producir fenómenos de arco voltaico, fusión y soldadura de materiales que impedirían la apertura del circuito.

Poder de cierre: Intensidad máxima que puede circular por el dispositivo en el momento de cierre sin que éste sufra daños por choque eléctrico.

Número de polos: Número máximo de conductores que se pueden conectar al interruptor automático. Existen de uno, dos, tres y cuatro polos.

LOS TIPOS MÁS HABITUALES DE DISYUNTORES SON:

- Disyuntor magneto-térmico.
- Disyuntor magnético.
- Disyuntor térmico.

4.6 ACOMETIDA ELÉCTRICA.

Se define acometida eléctrica parte de la instalación de la red de distribución, que alimenta la caja o cajas generales de protección. Atendiendo a su trazado, al sistema de instalación y a las características de la red, las acometidas podrán ser de los siguientes tipos:

Tabla 01. Tipos de Acometidas.

TIPO	SISTEMA DE INSTALACIÓN
Aéreas	Posada sobre fachada Tensada sobre poste
Subterráneas	Con entrada y salida En derivación
Mixtas	Aero-subterráneas

Fuente de consulta: (Alfonso & Cano González, 2004)

Con carácter general, las acometidas se realizan siguiendo los trazos más cortos, realizando conexiones cuando estas sean necesarias mediante sistemas o dispositivos apropiados.

La energía eléctrica será suministrada desde el tablero de distribución general que está instalado afuera del cuarto de transformadores (frente al SVA), mediante líneas de baja tensión en forma subterránea, que partirán desde un breaker de protección instalado en el tablero de distribución general.

La acometida será subterránea y tendrá capacidad para abastecer de energía a los tres edificios, y partirá desde los bornes del breaker de protección a instalarse en el tablero de distribución general, para ello será necesario instalar dos tuberías de PVC de 110 mm. Tipo TDP hasta el sitio donde se va a instalar un tablero de distribución para de ahí abastecer a las construcciones que se están ejecutando.

4.6.1 TABLEROS DE DISTRIBUCIÓN

Tableros Semi-industriales tipo AL.

Los tableros llamados AL que los considera aptos para aplicaciones de iluminación y potencia en el comercio y la pequeña industria. Utiliza los interruptores tipo THQL (1" de ancho); algunos tableros aceptan interruptores THQL (1/2" de ancho) para aumentar o modificar unos circuitos; se utilizan los mismos interruptores de los centros de carga, donde contienen un gabinete de dimensiones mayores, para que puedan soportar tubería de mayor diámetro.

Los tableros AL pueden ser fabricados hasta 240V, monofásicos o trifásicos, de 12 polos a 42 polos, barras de 125A hasta 225A. Con terminales de alimentación o interruptor principal. Lleva barra de neutro aislado y barra a tierra. Para algunas aplicaciones especiales, el cliente puede solicitar otra barra de tierra aislada o sólida.

El tablero deberá ser del tipo auto soportado construido en plancha laminada de 1/16" de espesor pintado con fondo anticorrosivo industrial y acabado de esmalte con color crema y gris y secado al horno. Deberán ser construidos para operar a una tensión de 240 voltios y 60 Hz (Carrasco, 2008)



Figura 2. Estación de tableros de distribución.

Fuente de consulta: Autor.

4.6.2 COMPONENTES DEL TABLERO DE DISTRIBUCIÓN

En el panel eléctrico están los breakers que protegen los circuitos internos de la instalación. Desde los disyuntores hasta los diferentes puntos de consumo, están los circuitos derivados. La derivación viene del panel principal que trae toda la potencia de un conjunto de cables alimentadores provenientes del contador de energía.

Al momento de seleccionar el circuito derivado debe determinarse su finalidad, es decir, el tipo de circuito que protegerá. Los circuitos derivados están clasificados según la máxima corriente del disyuntor, para este caso las normas han estandarizado disyuntores con capacidades de 15, 20, 30, 40, 50, 60 A. Esto para el caso de breakers mono polares (un solo polo), aunque también se pueden encontrar en estas mismas capacidades breakers bipolares (de dos polos).

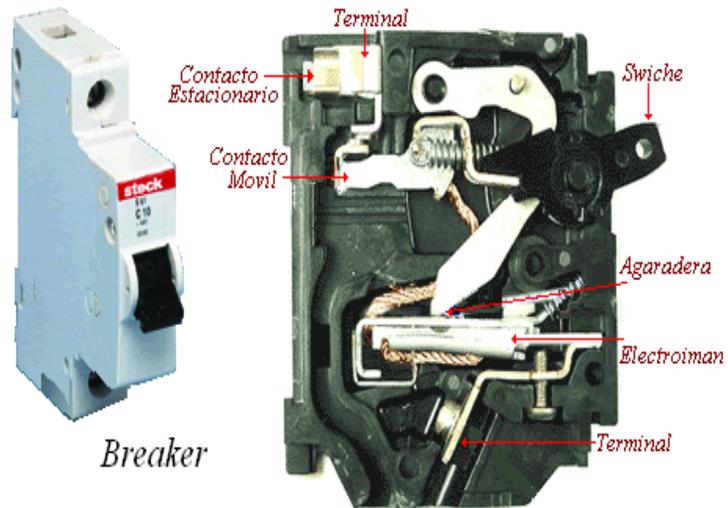


Figura 3. Estructura interna de un breaker.

Fuente de consulta: Autor

Establecido la capacidad de los dispositivos de protección, estos se deben cargar a no más del 80% de su capacidad.

Para este caso, se determina la potencia y corriente segura del circuito derivado, la potencia se calcula multiplicando la corriente máxima del disyuntor y la tensión, para obtener la corriente y la potencia segura se disminuye la potencia total a un 20% de su capacidad, como se muestra en la tabla 2.

Tabla 02. Potencia y corriente segura para cargar los disyuntores o breaker.

CAPACIDAD BREAKER	TENSION (V)	POTENCIA (VA)	CORRIENTE SEGURA (A)	POTENCIA SEGURA (VA)
15	120	1800	12	1440
20	120	2400	16	1920
30	120	3600	24	2880
40	120	4800	32	3840
50	120	6000	40	4800
20	240	4800	16	3840
30	240	7200	24	5760
40	240	9600	32	7680

Fuente de Consulta: Autor

Para cada una de las protecciones se tiene también tabulado el calibre del conductor más adecuado. Es importante saber, que el disyuntor se encarga de proteger los cables eléctricos y no al aparato, por lo que a cada breaker le corresponde un conductor.

Tabla 3. Calibre del conductor correspondiente a cada disyuntor de acuerdo a la carga a instalarse.

Breaker (Amps)	Calibre conductor AWG	Aplicaciones
15	14,12	14 0 12 para alumbrado y 12 para electrodomésticos
20	12	12 alumbrado o tomacorrientes de uso general, planchas, neveras.
30	10	Calentadores de agua, aire acondicionado, bombas.
40	8	Lavadoras C/A, bombas de agua,
50	6	C/A, bombas de agua

Fuente de Consulta: El Autor

En este caso, no estamos considerando la caída de tensión en los cables y la temperatura ambiente, pues ya con el margen de seguridad, nos dará

cierto rejuego para seleccionar la protección idónea del circuito derivado. Sin embargo, para cargas especiales de uso individual es importante que se tomen en consideración estas variables

4.7. CIRCUITOS ALIMENTADORES

Son los circuitos que partiendo desde el tablero de distribución general reparten la energía a los distintos centros de carga en cada uno de los edificios en construcción.

Los conductores correrán por tubería con sus correspondientes accesorios de conexión. Para el cálculo de los conductores se ha considerado una caída de voltaje menor al 3% del voltaje nominal.

4.7.1 SISTEMA DE PUESTA A TIERRA.

Todo sistema eléctrico estará debidamente puesto a tierra. Todas las canalizaciones y cubiertas metálicas deberán ser puestas a tierra. La puesta a tierra se obtendrá mediante varillas copperweld enterradas donde se conectarán los conductores de la red de tierra, de un diámetro de 5/8" y una longitud de 1.20 cm.

El número de la varilla dependerá de la resistividad del terreno de tal manera que la resistencia a tierra no exceda de 25 Ohm. (Enriquez, 2004)

4.8 INSTALACIONES ELÉCTRICAS INTERIORES

4.8.1 GENERALIDADES

Tableros Monofásicos



Figura. 04 Tableros monofásicos

Fuente de consulta: (Proelca, 2015)

Un sistema monofásico es un sistema de producción, distribución y consumo de energía eléctrica formado por única corriente alterna o fase y por lo tanto todo el voltaje varia de la misma forma.

La distribución monofásica de la electricidad se suele usar cuando las cargas son principalmente de iluminación y de calefacción, y para pequeños motores eléctricos. Un suministro monofásico conectado a un motor eléctrico de corriente alterna no producirá un campo magnético giratorio, por lo que los motores monofásicos necesitan circuitos

adicionales para su arranque y son poco usuales para potencias por encima de los 10kw.

El voltaje y la frecuencia de esa corriente dependen del país o región, siendo 230 y 115 voltios los valores más extendidos para el voltaje y 50 o 60 Hercios para la frecuencia.

4.8.2 CALIBRES DE CONDUCTORES



Figura. 05 Diferentes calibres de conductores que se utilizan para un circuito.

Fuente: El Autor

Se utilizan calibres # 10, # 12, y, # 14 (AWG) dependiendo la distancia que va a recorrer el circuito. Para Alimentadores Generales el mínimo calibre a utilizarse es # 12 AWG.

- Para contactos el mínimo calibre a utilizarse es # 12.
- Para retornos y puentes (método de puentes) en apagadores de 3 y de 4 vías generalmente se utiliza calibre # 14.
- Se utiliza alambre (un solo hilo) tipo THW en lugar de cable.
- Ocasionalmente (en instalaciones visibles) se utiliza alambre o cable dúplex (dos conductores unidos y aislados).

- En este tipo de instalaciones la acometida tiene conductores calibre # 8 AWG.
- Los puentes en contactos (tomas de corriente, receptáculos o enchufes) se realizan del mismo calibre que los alimenta (por lo general # 12 AWG). Si se trata de un contacto especial, puede utilizarse calibre # 10 AWG.

Las prescripciones de esta Normas de aplicación obligatoria a todo proyecto de instalación eléctrica interior tales como: Viviendas, Locales Comerciales, Locales Industriales, Locales de Espectáculos, Centros de Reunión, Locales Hospitalarios, Educativos, de Hospedaje, Locales para Estacionamiento de Vehículos, Playas y Edificios de Estacionamiento, Puesto de Venta de Combustible y Estaciones de Servicio.

4.8.3 CÁLCULO DEL FACTOR DE DEMANDA PARA INSTALACIONES COMERCIALES E INDUSTRIALES

Las instalaciones comerciales e industriales tales como oficinas, bancos, tiendas de almacenes, restaurantes, talleres, refinerías y otras plantas industriales tienen diversas cargas eléctricas.

Estas cargas son consideradas como continuas o no continuas, y factores de demanda, bajo ciertas circunstancias son permitidas, carga continua es definida como aquella carga cuya máxima corriente se presente durante tres horas o más continuamente

El Factor demanda (Fd) se define como la relación entre la máxima demanda y la carga total instalada, o simplemente un factor que se aplica a la carga y es menor al 100% (0 a 1)

4.8.4 INSTALACIONES COMERCIALES E INDUSTRIALES

Las cargas son calculadas en base al tipo de uso y de los requerimientos del equipo o servidor. Sea por la forma normal o la opcional los cálculos se usan para cuantificar las cargas en Voltamperios (VA) o amperios para dimensionar los alimentadores y conductores asociados a los equipos o servidores. Como iluminación, toma corrientes normales y especiales de acuerdo a los equipos utilizados en la instalación.

1. Cargas de iluminación
2. Cargas de fuerza (tomas)
3. Cargas de fuerza especiales 8 tomas especiales).
5. Cargas de motores
6. La carga del motor más grande

4.8.5 LAS CARGAS DE ILUMINACIÓN

Las cargas de iluminación se consideran como continuas o no continuas para algunos casos especiales permite el uso de un factor de demanda. Para sistemas a 600 voltios o menos, los requerimientos sobre cargas continuas están localizados para circuitos ramales, secciones para alimentadores para conductores de acometida. Por ejemplo, la carga general de iluminación para un edificio de oficinas de 1000 m² es de 22000 VA (1000 x 22 VA) tabla 220-3b. Los 22000 VA son incrementados un 25% ya que las cargas son continuas $22000 \times 1.25 = 27500$ VA. Las otras cargas se calcularán de acuerdo a su uso.

Los cálculos de iluminación son muy importantes en la elaboración de proyectos de instalaciones eléctricas de interiores. Los proyectistas están en la obligación de realizar los cálculos de iluminación en locales tales como: Locales Comerciales, Oficinas, Locales de Espectáculos, Aeropuertos, Puertos, Estaciones de Transporte Terrestre, Locales deportivos, fabricas, Talleres, hospitales, centros de salud, Museos y Afines. En la tabla. 4 se detalla las iluminancias mínimas a considerar en luxes, según los ambientes de interiores a desarrollar los proyectos de iluminación. Según el tipo de tarea visual o actividad a realizar en dichos ambientes.

Tabla. 04 Calidad de iluminación por tipo de tarea visual o actividad.

CALIDAD	TIPO DE TAREA VISUAL O ACTIVIDAD
A , calidad muy alta	Tareas visuales muy exactas
B , calidad alta	Tareas visuales con alta exigencia. Tareas visuales de exigencia normal y de alta concentración.
C , calidad media	Tareas visuales de exigencia y grados de concentración normales; y con un cierto grado de movilidad del trabajador.
D , calidad baja	Tareas visuales de bajo grado de exigencia y concentración, con trabajadores moviéndose frecuentemente dentro de un área específica.
E , calidad muy baja	Tareas de baja demanda visual, con trabajadores moviéndose sin restricción de área.

Fuente de consulta: (Iluminación interior e industrial, s.f.)

Siguiendo los pasos descritos podemos organizar las cargas para determinar el dimensionamiento de los alimentadores y acometidas generales de una instalación.

Debemos tener en cuenta que además de las cargas no coincidentes, podemos aplicar Factores de Demanda basados en el conocimiento claro de cómo trabajan las cargas; el ejemplo presentado es muy general y será cada profesional responsable al calcular la demanda general de un proyecto o instalación con un criterio técnico claro y aplicando la normatividad establecida .

Entonces basados en el sistema de alimentación y su tensión, los VA calculados son usados para determinar la capacidad de los conductores del alimentador y la acometida y dimensionar los equipos de protección de sobre corriente respectivos.

4.9 LÁMPARAS FLUORESCENTES

Por su gran eficiencia y larga vida, el alumbrado fluorescente ha llegado a ser uso normal en la iluminación de grandes áreas a bajas alturas de montaje. Se utiliza en escuelas, edificios públicos y oficinas.

Las lámparas fluorescentes son del tipo de fuente de luz de descarga eléctrica, en estas la luz se produce por la fluorescencia del fosforo excitado por la energía de los rayos ultravioleta, energía que proviene del choque de la descarga de electrones con los átomos de mercurio vaporizado.

Este fenómeno consiste en que determinadas sustancias luminiscentes, al ser excitadas por la radiación ultravioleta del vapor de mercurio a baja presión, transforman esta radiación invisible en otra de onda más larga y que se encuentra dentro del espectro visible.

La lámpara fluorescente normal consta de un tubo de vidrio de un cierto diámetro y longitud variable según la potencia, recubierto internamente de una capa de sustancia fluorescente. En los extremos de este tubo se encuentran los cátodos de wolframio impregnados en una pasta formada por óxidos alcalinotérreos que facilitan la emisión de electrones. El tubo está relleno de gas argón a baja presión y una pequeña cantidad de mercurio. (Profesores frc, 2014)

Conectada la lámpara en su correspondiente circuito, la corriente eléctrica que atraviesa los electrodos, los calienta y les hace emitir electrones, iniciándose la descarga si la tensión aplicada entre los extremos es suficiente. El calor producido, evapora rápidamente el mercurio por lo que la descarga se mantiene en una atmósfera de mayor conductividad, mezcla de gas argón y del vapor de mercurio.

Componentes principales de una lámpara fluorescente

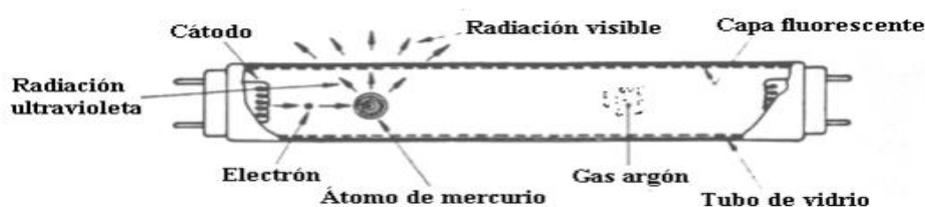


Figura. 06 Componentes principales de una lámpara fluorescente

Fuente de consulta: (Profesores frc, 2014)

Los electrones así obtenidos, en su recorrido de un extremo a otro del tubo, chocan con los átomos de mercurio y la energía desprendida en el choque se transforma en radiaciones ultravioleta y por lo tanto invisibles, pero capaces de excitar la capa fluorescente que recubre el interior del tubo, con lo que se transforman en luz visible.

Esta es la explicación que inicialmente ofrecemos para justificar el funcionamiento de los tubos fluorescentes, aunque no obstante

vamos a completarla con ciertos pormenores prácticos que facilitarán una mayor comprensión del funcionamiento.

Las lámparas fluorescentes, como todas las de descarga, presentan una resistencia al paso de la corriente que disminuye a medida que esta se incrementa. Este efecto las llevaría a la autodestrucción si no les colocáramos algún elemento que controle la intensidad que circula por ellas; este elemento es una reactancia cuyo nombre específico para este caso es "balastro".

La reactancia o balastro está formada por una bobina de hilo de cobre esmaltado con su correspondiente núcleo magnético. Este conjunto va introducido dentro de un contenedor metálico, y todo ello impregnado al vacío con resinas capaces de penetrar hasta el interior de los más pequeños huecos existentes entre espiras; con ello conseguimos un considerable aumento de la rigidez dieléctrica de la bobina, una mejor disipación del calor formado, y una total eliminación de las posibles vibraciones del núcleo magnético.

Las funciones que debe cumplir una reactancia, en el orden en que se realizan al poner en funcionamiento un tubo fluorescente, son:

- Proporcionar la corriente de arranque o precalentamiento de los filamentos para conseguir de éstos la emisión inicial de electrones.

- Suministrar la tensión de salida en vacío suficiente para hacer saltar el arco en el interior de la lámpara.
- Limitar la corriente en la lámpara a los valores adecuados para un correcto funcionamiento.

Finalmente destacamos que los polvos fluorescentes que recubren el interior del tubo constituyen posiblemente el elemento más importante de esta fuente de luz, ya que el 90% de la luz emitida por los tubos se debe a su acción.

La adecuada dosificación en la mezcla de estas nuevas materias ha permitido la fabricación de una amplia gama de lámparas fluorescentes, con unas características de emisión a diferentes temperaturas de color y con rendimientos cromáticos distintos.

La extensa gama de tonalidades aparecidas en el mercado, y después de una lógica racionalización, ha quedado establecida en tres categorías básicas, según la temperatura de color:

1ª) Tonalidades cálidas (2.700-3.100 K)

2ª) Tonalidades frías (3.800-4.500 K)

3ª) Tonalidades luz de día (6.500-7.500 K)

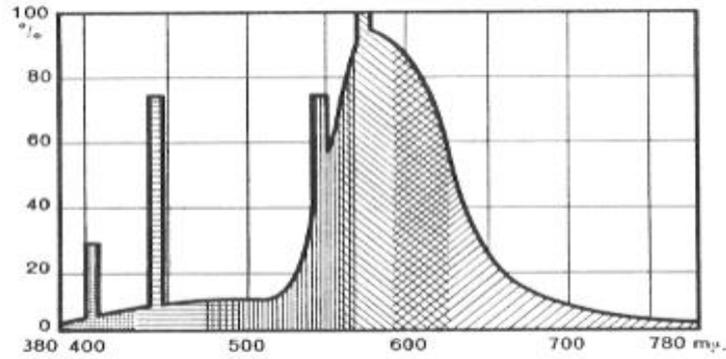


Figura.07 Curva de distribución espectral relativa de una lámpara fluorescente.

Fuente de Consulta: (Profesores frc, 2014)

La figura nos muestra la curva de distribución espectral relativa de una lámpara fluorescente de tono "Blanco cálido".

La vida media de los tubos fluorescentes es del orden de 7.500 horas y la depreciación del flujo emitido para la vida media es aproximadamente del 25%.

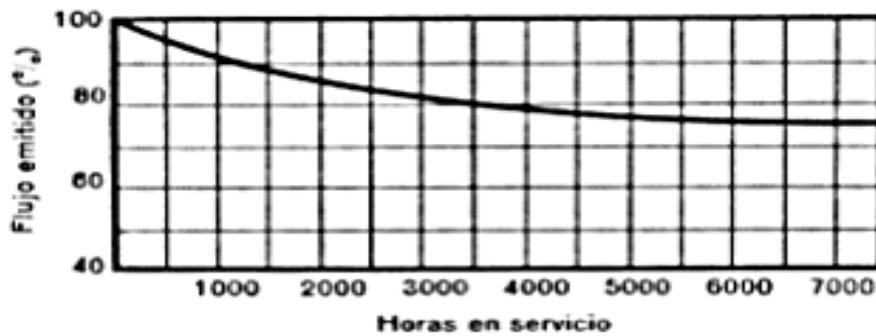


Figura. 08 Depreciación del flujo emitido.

Fuente de Consulta: (Profesores frc, 2014)

Hasta no hace mucho los modelos que normalmente se fabricaban correspondían a las potencias de 20 W, 40 W, y 65 W, con una longitud variable con la potencia y un diámetro de 36 mm.

En la actualidad estos modelos están siendo sustituidos por otros tres tipos de mayor rendimiento luminoso, de potencias 18 W, 36 W y 56 W, de igual longitud y con un diámetro de tan sólo 26 mm.

4.9.1 EFICACIA LUMÍNICA

La eficacia de una lámpara fluorescente, tomada como la relación entre el flujo luminoso y la potencia de la lámpara, es del orden de 55 a 82 Lm/W. Esta es la eficacia que suelen dar los fabricantes, aunque en realidad la eficacia real resultará ser la relación entre el flujo luminoso y la potencia activa total consumida; en este caso tendremos que la eficacia será notablemente menor, de 33 a 68 Lm/W.

Finalmente diremos que la luz de los fluorescentes es especialmente indicada en todos aquellos lugares donde se necesite una iluminación de calidad. Así, es imprescindible en oficinas, tiendas, talleres, y salas y salones de actos.

Tabla. 05 Calidad de iluminación de acuerdo a la potencia de cada lámpara y sus características.

LAMPARAS FLUORESCENTE								
Potencia Lámpara W	Tono de luz	Intensidad de servicio A	Potencias Balastos W	Potencias Total W	Flujo luminoso	Dimensiones L mm	Dimensiones D mm	Casquillo
18	Luz día	0.37	12	30	1000	590	26	Biclavillo
	Blanco frío				1150			
	Blanco universal				1050			
	Blanco cálido				1150			
36	Luz día	0.43	10	46	2500	1200	26	Biclavillo
	Blanco frío				3000			
	Blanco universal				2500			
	Blanco cálido				3000			
58	Luz día	0.67	13	71	4000	1500	26	Biclavillo
	Blanco frío				4800			
	Blanco universal				4000			
	Blanco cálido				4800			

Fuente de Consulta: (Profesores frc, 2014)

4.10. DISTRIBUCIÓN ENERGÉTICA

Es el conjunto de equipos y materiales que permiten distribuir la energía eléctrica partiendo desde el punto de conexión de la compañía suministro hasta cada uno de los equipos conectados, de una manera eficiente y segura, garantizando al usuario flexibilidad, comodidad y economía en la instalación.

4.10.1 PARTES DE UNA INSTALACIÓN ELÉCTRICA

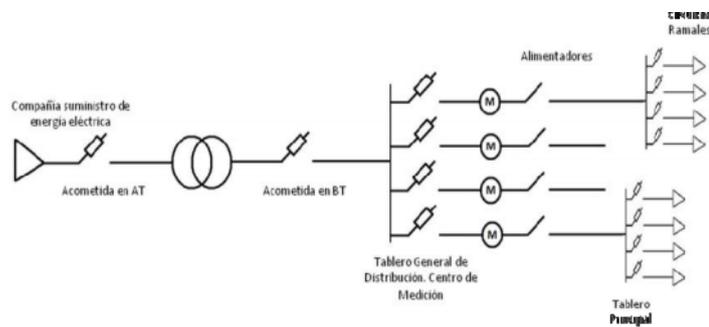


Figura 09. Diagrama unifilar de una vivienda

Fuente de Consulta: (webdelprofesor.aula, 2014)

Acometida: conjunto de elementos que permiten llevar la energía eléctrica desde el punto de conexión con la empresa suministro hasta el suscriptor.

Tablero General de Distribución: es el conjunto de elementos que permiten distribuir la energía eléctrica a todos los puntos de la edificación: unidades de vivienda, locales comerciales, oficinas, etc. Está conformado por el Interruptor principal de la instalación, las barras de conexión, los interruptores y medidores de cada uno de los usuarios.

Alimentador principal: permite distribuir la energía eléctrica desde el tablero general de distribución a cada uno de los usuarios.

Tablero principal: es el conjunto de elementos y equipos que permiten distribuir la energía eléctrica a un ambiente determinado. Está conformado por: interruptor del tablero (si lo tiene), barras de alimentación, interruptores que protegen a cada circuito ramal.

Circuitos ramales: conforman la última parte de la instalación y son los que llevan la energía desde el tablero principal hasta el último elemento conectado a él. Se caracterizan por ser el último elemento de la instalación que tiene un dispositivo de protección contra sobre corrientes.

De acuerdo al Código Eléctrico Nacional (CEN), constituye el elemento básico de las instalaciones eléctricas, ya que a partir de su diseño, se estructura en pasos sucesivos todo el sistema eléctrico.

4.11 FORMA DE INSTALAR UN INTERRUPTOR SENCILLO

Como podemos demostrarlo en la siguiente Instalación de un par de lámparas fluorescentes controladas por un interruptor sencillo.

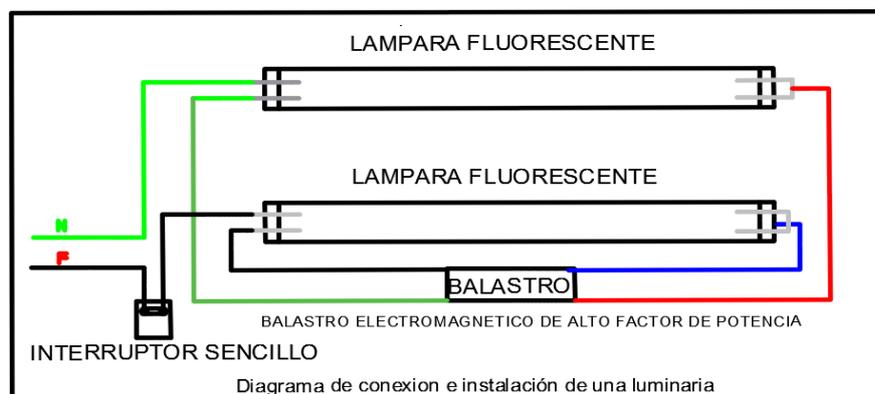


Figura 10 Diagrama de conexión e instalación de una luminaria.

Fuente: El Autor

Se debe tener mucho cuidado a la hora de conectar los cables que salen del balastro (también le llaman reactor) conectándolos en donde se indique el diagrama impreso en él. Ya que cualquier descuido podría causar algún accidente en el momento de la conexión.

4.11.1 FORMAS PARA LA INSTALACIÓN DE UN INTERRUPTOR CONMUTADOR:

Métodos de: “puentes” y “corto circuito” para controlar lámparas desde dos lugares. Para la instalación de un interruptor conmutador es necesario realizarlo de la siguiente manera:

Los métodos de puentes y/o de corto circuito se utilizan para conectar lámparas en escaleras, recámaras, pasillos y todos aquellos lugares en donde se requiera controlar una (o más) lámpara(s) desde dos lugares diferentes.

- **POR EL MÉTODO DE PUENTES.**

Si se va a conectar más lámparas, se derivan dos conductores (conductor calibre No. 14 (AWG) de los dos puntos naranjas hacia la lámpara más cercana o lámparas a conectarse, conectando los cables que alimentan la lámpara y conéctalos en los demás portalámparas (sockets).

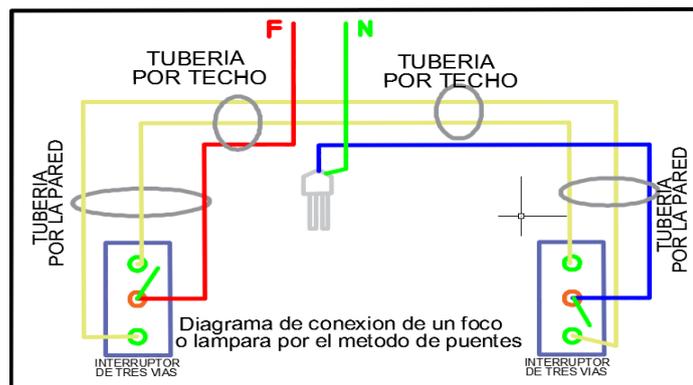


Figura 11 Diagrama de conexión de un foco o lámpara por el método de puentes.

Fuente de Consulta: El Autor

Nota. Esta conexión se la realiza de igual forma para cualquier tipo de lámparas a utilizarse ya sean estas: lámparas fluorescentes compactas (focos ahorradores) o focos incandescentes. Como podemos ver en la siguiente figura nos indica cómo debe quedar la instalación de un

interruptor conmutador sencillo. Que se utiliza para controlar el encendido de lámparas de dos puntos diferentes.

- **POR EL MÉTODO DE “CORTO CIRCUITO”.**

Si vas a conectar más lámparas, se deriva dos conductores (alambre calibre No. 14) de los puntos naranjas indicados cerca de la lámpara y se conecta en los demás portalámparas (sockets).

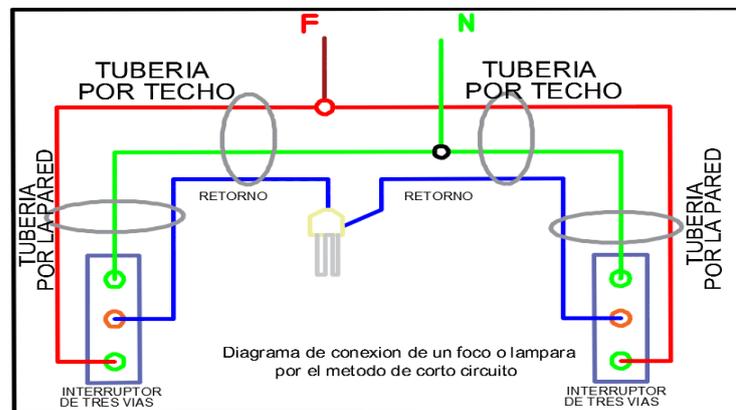


Figura. 12 Diagrama de conexión de un foco o lámpara por el método de corto circuito.

Fuente de Consulta: El Autor

4.11.2 INTERRUPTOR TRES VÍAS COMMUTADOR

Uno de los tres puntos de conexión (tornillos) del apagador de escalera tiene una marca impresa o realzada, o bien el tornillo es de otro color. En esa terminal es donde se conecta la FASE o bien se utiliza como RETORNO al soquete. Si no tiene marca prueba con un multímetro los puntos en donde haya continuidad.

Descripción del taco de tres vías o conmutador las terminales (o tornillos) que son “puentes” no tienen continuidad entre ambos en ninguna posición del apagador.

Para la instalación del circuito se la puede realizar en ambos casos con la tubería conduit de 1/2" o de 3/4".

4.12 MATERIALES DE LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS

- Canalizaciones
- Cajetines normalizados
- Cajas de paso, empalme o derivación.
- Tableros
- Dispositivos de protección

Conductores y cables:

Los conductores y cables instalados en los tubos conduit y canalizaciones, se podrían considerar como las arterias y venas por las cuales circula la corriente eléctrica. Esto forma la parte más importante del sistema eléctrico por sus características conductoras. El material conductor por lo general es el cobre o aluminio y el aislamiento puede cambiar dependiendo de las aplicaciones que se tengan en las distintas instalaciones eléctricas. Existe también una interacción del campo magnético, producido por la circulación de la corriente en el conductor, con las características magnéticas de la canalización. (Enríquez Harper, 2002)

Los materiales más utilizados en la fabricación de conductores eléctricos son:

- Aluminio reforzado líneas aéreas (Instalaciones exteriores)
- Cobre instalaciones aéreas (ya en desuso) y en instalaciones interiores.

Los conductores pueden ser: desnudos, aislados o cubiertos.

- ✓ **Desnudos:** utilizados en líneas de distribución, transmisión, subtransmisión, instalaciones internas como neutro o como tierra, siempre y cuando estén por tubería de plástico. Dentro de esta categoría se encuentran las aleaciones de aluminio reforzado: Arvidal, ACAR, ACSR, AAAC y los de Cobre.
- ✓ **Aislados o cubiertos** (cables): son conductores de cobre o aluminio recubiertos con un material aislante cuya conductividad es nula o muy baja. Los materiales aislantes más usados son: los termoplásticos, gomas, cintas barnizadas, plomo, asbesto (en desuso por su toxicidad).

4.12.1 Tubería conduit EMT

Este tipo de tubo conduit se suministra en tramos de 3.05m (10 pies) de longitud en acero galvanizado. Su uso principal es en instalaciones eléctricas visibles u ocultas en lugares de ambiente seco no expuestos a humedad o ambiente corrosivo, principalmente para instalaciones de tipo comercial, industrial, hospitales e instituciones públicas.

Accesorios utilizados en las instalaciones eléctricas como: Conectores EMT, tubos EMT, cajas de paso, cajas de empalme, codos EMT, uniones EMT, y abrazaderas

Tabla.5 Dimensiones de Tubo Conduit y Área disponible para los conductores

DIÁMETRO NOMINAL		DIÁMETRO INTERIOR (mm)	ÁREA INTERIOR TOTAL (mm) ²	ÁREA DISPONIBLE PARA CONDUCTORES (mm) ²	
mm	Pulg.			40% (para 3 conductores o más)	30% (para 2 conductores)
13	1/2	15.81*	196	78	59
19	3/4	21.30*	356	112	107
25	1	26.50*	552	221	166
32	1 1/4	35.31*	979	392	294
38	1 1/2	41.16*	1331	532	399
51	2	52.76*	2186	876	658
63	2 1/2	62.71**	3088	1235	926
76	3	77.93**	4759	1908	1431
89	3 1/2	90.12**	6378	2551	1913
102	4	102.26**	8213	3285	2464

*Corresponde al tubo metálico tipo ligero

**Corresponde al tubo metálico tipo pesado

Fuente de consulta: (Enriquez, 2004)



Figura 13 Accesorios para la tubería EMT.

Fuente de consulta: Technogroup.com, 2013

4.12.2 Conector EMT

Los conectores y accesorios son elementos que están relacionados principalmente con la parte mecánica de las instalaciones eléctricas, es decir con los tubos conduit, ductos y electro ductos principalmente, o sea con las canalizaciones no con los conductores eléctricos.

Dentro de la categoría de conectores y accesorios se tienen los llamados condulets, las cajas de conexión, las cajas para accesorios, como son los conductos, apagadores, tapas, etcétera.



Figura. 14 Conector EMT utilizado

Fuente de consulta: Technogroup.com, 2013

Elemento utilizado para la conexión entre las tuberías y cajetines metálicos, cajas metálicas o tableros.

4.12.3 CAJETINES METÁLICOS DE PASO O EMPALME

Los cajetines son pequeñas cajas metálicas o plásticas, de formas rectangulares, cuadradas, octogonales, o redondas.

Por lo general poseen en forma troquelada orificios con tapas de fácil remoción, para la ubicación de tuberías que serán fijadas con tuercas tipo conector a las paredes del cajetín.

Tabla 06. Dimensiones de los cajetines metálicos

DESCRIPCIÓN	MEDICIÓN
Caja Rectangular baja	95.6x53.0x38.0mm
Caja Rectangular profunda	101.2x56.2x45.6mm
Caja octogonal chica	84.6x84.6x39.5mm
Caja octogonal grande	101.0x101.0x41.4mm
Caja cuadrada 4x4	100.0x100.0x41.0mm
Caja cuadrada 5x5	120.0x120.0x41.0 mm

Fuente de consulta: Autor

CAJA CUADRADA PESADA F.G. 100X100X40 MM 1.2 MM



Figura. 15 Descripción de la caja de paso.

Fuente de Consulta: (Promelsa, 2014)

DESCRIPCIÓN

Caja cuadrada porta aparatos, de hierro galvanizado, dimensiones: 4x4x1.5", espesor de 1.20 mm, montaje con tubos rígidos de hierro galvanizado de 1/2" ó 3/4", consta de 11 entradas para tubos de 1/2" o de 6 entradas para tubos de 3/4".empotrada en pared, se utiliza para instalaciones eléctricas como cajetín de empalme o de paso con su correspondiente tapa..

Todas las cajas para las instalaciones eléctricas serán de los siguientes tipos:

Cajas rectangulares 2" x 4" pulg para las salidas de tomas monofásicas, interruptores sencillos, siempre y cuando no lleguen a la caja más de dos tubos de 1/2" pulg de diámetro.

Los cables para la alimentación de los equipos se deberán instalar en tramos continuos desde la salida de los tableros hasta las cajas de

conexión de los mismos. No se permitirán empalmes intermedios dentro de los ductos, se usarán cajas de empalme o elementos apropiados y normalizados.

Todas las conexiones a elementos de salida deben quedar sólidamente fijadas con los tornillos bien apretados, los conectores no deben quedar haciendo fuerza sobre los puntos de conexión.

Todos los cables deberán ser conectados a los equipos y/o borneras por medio de terminales apropiadas para los equipos y tipo de conductores. La instalación de los terminales se deberá hacer de acuerdo con las prácticas más recientes y de acuerdo con las instrucciones de los fabricantes. Se deberá usar las herramientas apropiadas para la fijación de los terminales. Los cables se halarán dentro de los ductos por medio de sonda metálica. Los carretes y rollos se localizarán de tal forma que los cables se puedan introducir en los conductos lo más directamente posible con un mínimo de cambios de dirección y de curvas.

Se colocarán dispositivos de protección en los extremos de los conductos para evitar daños en los aislamientos de los conductores. Los conductores que vayan a instalarse en un mismo ducto se halarán simultáneamente dentro de él.

Tabla. 07 Número máximo de conductores en cajas de conexión

DIMENSIONES EN LAS CAJAS	VOLUMEN (pulg. ³)	MÁXIMO NUMERO DE CONDUCTORES			
		No. 14	No.12	No.10	No.08
3 1/4 X 1 1/2 Octogonal	10.9	5	4	4	3
3 1/2 X 1 1/2 Octogonal	11.9	5	5	4	3
4 X 1 1/2 Octogonal	17.1	8	7	6	5
4 X 2 1/8 Octogonal	23.6	11	10	9	7
4 X 1 1/2 Cuadrada	22.6	11	10	9	7
4 X 2 1/8 Cuadrada	31.9	15	14	12	10
4 1/16 X 1 1/2 Cuadrada	32.2	16	14	12	10
4 1/16 X 2 1/8 Cuadrada	46.4	23	20	18	15
3x2x1 1/2 Dispositivo	7.9	3	3	3	2
3x2x2 Dispositivo	10.7	5	4	4	3
3x2x2 1/4 Dispositivo	11.3	5	5	4	3
3x2x2 1/2 Dispositivo	13	6	5	5	4
3x2x2 3/4 Dispositivo	14.6	7	6	5	4
3x2x3 1/2 Dispositivo	18.3	9	8	7	6
4x2 1/8x1 1/2 Dispositivo	11.1	5	4	4	3
4x2 1/8x1 7/8 Dispositivo	13.9	6	6	5	4
4x2 1/8x2 1/8 Dispositivo	15.6	7	6	6	5

Fuente de Consulta: (Enriquez, 2004)

Durante el proceso de colocación de los conductores en la tubería, no se permitirá la utilización de aceite o grasa mineral como lubricante para halar los cables, se deberá utilizar un lubricante apropiado que no deteriore el aislamiento como la esteatita en polvo o el polywater.¹

¹ Descripción: La esteatita es un silicato de magnesio que se emplea como sustancia lubricativa. El polywater es un gel lubricante a base de agua, para todo tipo de cables eléctrico y de comunicaciones.

4.13 TIPOS DE EMPALMES UTILIZADOS

Los empalmes eléctricos son quizás unos de los factores que más influyen para el correcto funcionamiento de una instalación eléctrica, (consideraciones para realizar un correcto empalme).

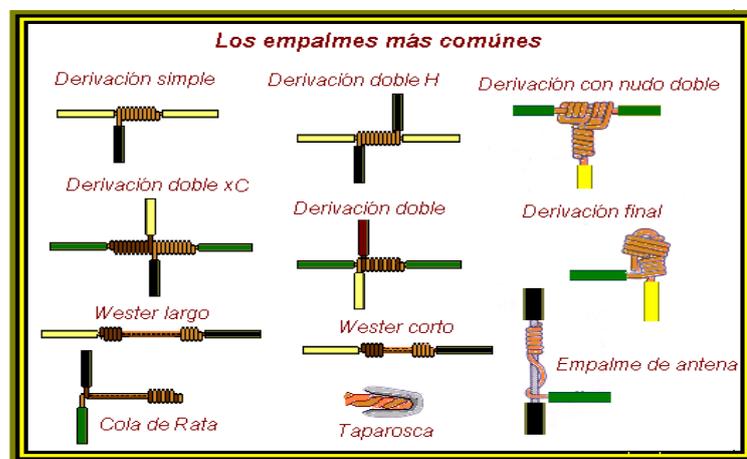


Figura. 16 Tipos de empalmes más comunes.

Dependiendo la situación en la que se encuentre la instalación y como se vayan instalar los cables eléctricos, se debe de llevar a cabo el empalme más ideal. Dentro de los empalmes que se trataran aquí están los empalmes cola de rata, en derivación y prolongación.

4.13.1 Empalme cola de rata.

Este tipo de empalme se emplea cuando los cables no van a estar sujetos a esfuerzos de tensión elevados. Se utiliza para hacer las conexiones de los cables en las cajas de conexión o salidas, ya sea de tomacorrientes o

interruptores. En este tipo de uniones, el encintado puede ser sustituido por un conector de capuchón.

1. Retire aproximadamente 1 pulgada de aislamiento de cada una de las puntas de los conductores a unir.
2. Coloque las puntas formando una "X" un poco antes de donde está el aislante, y con la ayuda de una pinza comience a torcer las puntas desnudas como si fuera una cuerda.
3. Apriete correctamente la unión, pero de forma firme, sin estropear los cables. Si desea sustituir el encintado coloque el conector de capuchón.

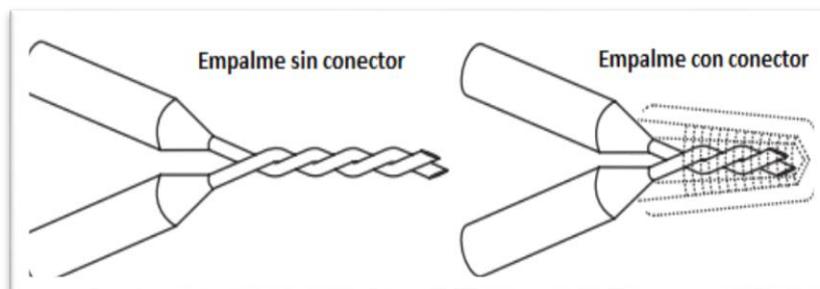


Figura. 15 Procedimiento para realizar el empalme cola de rata.

4.13.2 Empalme Western Unión

Este empalme nos sirve para unir dos alambres; el cual soporta mayores esfuerzos de tensión y se utiliza principalmente para tendidos.

Retire el aislamiento aproximadamente **8 cm** de la punta de los conductores a unir.

Realice a cada alambre un dobléz en forma de “L” a **2,5 cm** aproximadamente del aislamiento.

Cruce los cables y con la ayuda de las pinzas comience a doblar una de las puntas enrollando alrededor del otro conductor, apretando las espiras o vueltas con las pinzas.

Una vez que ha terminado de enrollar una de las puntas, repita el proceso con la otra punta trabajando en dirección contraria.

Corte los sobrantes de alambre,

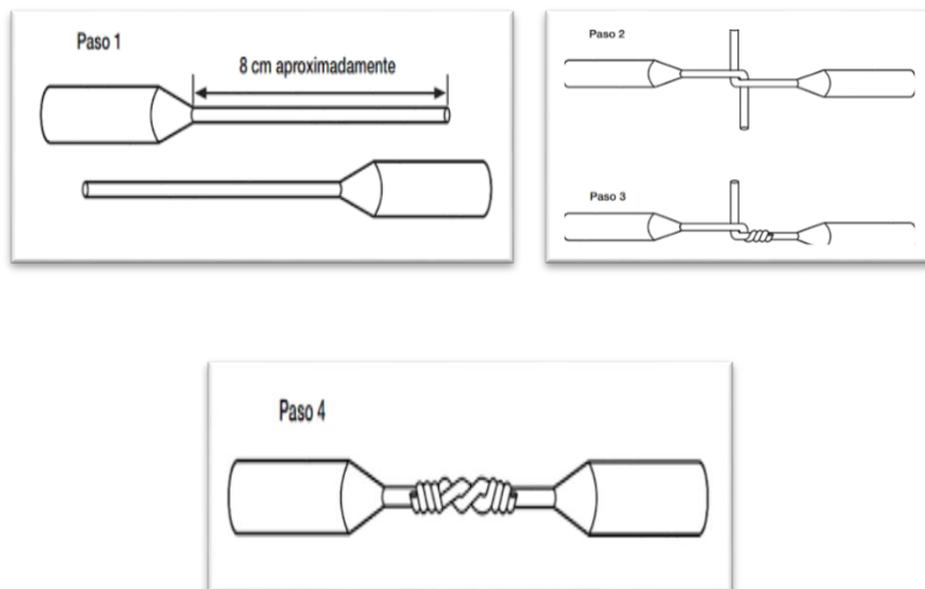


Figura. 17 Procedimiento para realizar el empalme wester unión.

4.13.3 Empalme dúplex

En la figura 17 se ilustra este empalme, el cual es utilizado para unir **alambres dúplex**. Este empalme está compuesto por **dos uniones Western Unión**, realizados escalonadamente, con el propósito de evitar diámetros excesivos al colocar la cinta aislante y evitar un posible cortocircuito.

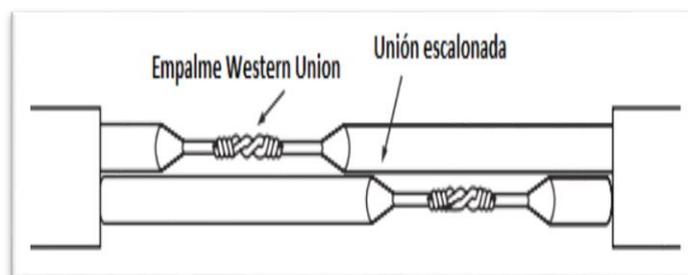


Figura. 18 Empalme para cable dúplex.

4.13.4 Empalme de cables en “T” o en derivación simple.

Para realizar una unión de un alambre a otro que corre sin interrupción, se emplea este tipo de empalme.

1. Retire aproximadamente **3 cm** de aislamiento del alambre que corre, utilice **navaja o pinzas**.
2. Retire aproximadamente **8 cm** de aislamiento de la punta del cable que va a unir.

3. Coloque el alambre a derivar en **forma perpendicular** (en ángulo recto) al alambre corrido (**principal**).
4. Con la mano comience a enrollar el alambre derivado sobre el alambre principal en forma de espiras, con la ayuda de las pinzas apriete las espiras o vueltas.
5. Corte el sobrante y verifique que las espiras no queden encimadas al aislamiento.

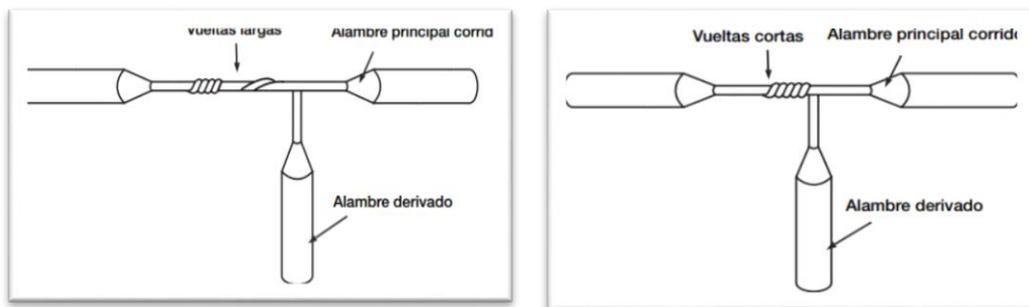


Figura. 19 Empalme de cables en T o derivación simple.

4.13.5 Empalme de cables en T o derivación con nudo.

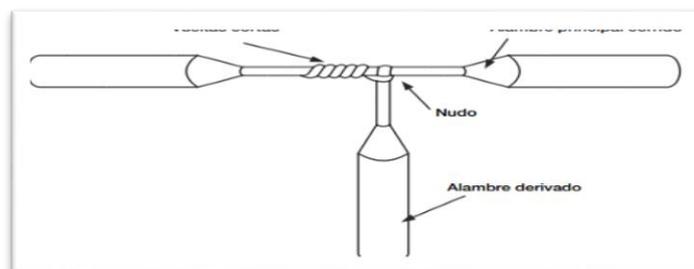


Figura 20 Empalme de cables en "T" o derivación con nudo.

4.13.6 Empalme de cables en “T” o de derivación múltiple

Este empalme se emplea para realizar uniones entre una punta de un cable de derivación a otro que corre de manera continua.

1. Retire aproximadamente de 3 a 5 cm del aislamiento del cable principal que corre; si es necesario, con una lija limpie el tramo desnudo.
2. Con la ayuda de las pinzas, abra el cable principal, girándolo en sentido contrario al trenzado de los alambres.
3. Introduzca el desarmador o las pinzas en medio de los alambres separándolos en dos partes y formando una “V”, para que en la abertura entre la punta del cable derivado.
4. Retire aproximadamente de 3 a 5 cm del aislamiento de la punta del cable a unir, límpiese y enderece los alambres.
5. Corte el alambre central del cable que va a unir, a partir de donde comienza el aislamiento.
6. Introduzca los alambres del cable a unir en la abertura del cable corrido y separe en dos partes iguales los alambres.
7. Comience a enrollar una de las partes de los alambres del cable a unir sobre el cable principal en sentido contrario al trenzado.

8. Enrolle la otra parte de los alambres del cable a unir en sentido contrario a la parte anterior y con la ayuda de las pinzas apriete las espiras o vueltas.

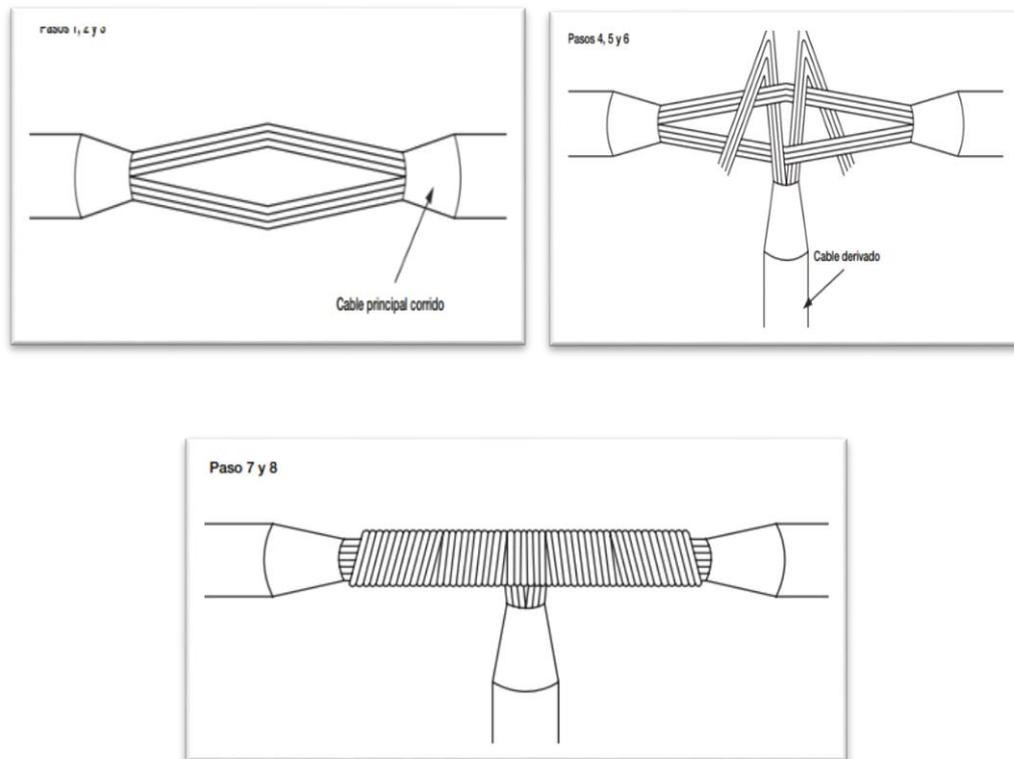


Figura. 21 Empalme de cables en "T" o de derivación múltiple

4.13.7 Empalme de prolongación.

Este tipo de empalme se utiliza para la prolongación de cables gruesos.

1. Retire aproximadamente de 8 a 10 cm de aislamiento de las puntas de los cables a unir.
2. Con un alambre delgado (o sujételo con un alicata), realice un atado en forma de anillo de aproximadame

nte 3 cm del aislamiento de cada una de las puntas y con las pinzas apriételos.

3. Abra los alambres del cable tomando como punto de partida el anillo, enderece y limpie cada alambre.
4. De cada uno de los cables corte el alambre central a la altura de donde realizó la atadura del anillo.
5. Retire el anillo de una de las puntas de los cables y coloque ésta de frente a la otra punta, entrelazando los hilos que quedaron abiertos.
6. Comience a enrollar los alambres de la punta del cable atado, en sentido contrario al trenzado del cable al que le quitó la atadura o anillo.
7. Quite el anillo de la otra punta y comience a enrollar los hilos del otro lado, continúe enrollando hasta que no queden puntas sueltas.
8. Con la ayuda de las pinzas, apriete las vueltas o espiras y corte los extremos sobrantes.

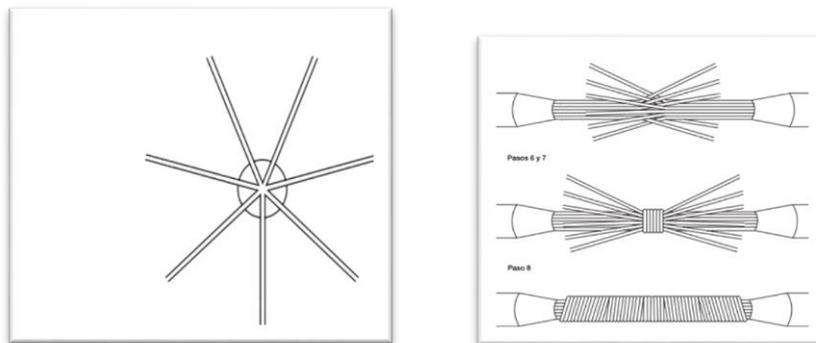


Figura 22. Empalme de prolongacion.

4.13.8 Aislando los empalmes eléctricos: encintado y colocación de conectores.



Figura. 23 Demostración como se debe colocar la cinta aislante en un empalme.

Fuente: Autor

Cada vez que se realiza un empalme entre dos o más conductores eléctricos, es necesario aislar este empalme. Existen dos métodos básicos para aislar y solidificar el empalme realizado. Uno de ellos es el encintado y el otro es utilizado conectores.

V.- MATERIALES UTILIZADOS EN LA EJECUCION DEL TRABAJO

- Doble Conduit (o doble tubo conduit).
- Tubería conduit EMT: accesorios.
- Cajetines metálicos de paso o empalme: cuadrados y rectangulares
- Cables AWG # 10, 12,14.

- Multímetro digital.
- Cables del multímetro (puntas y conectores tipo banana en extremos).
- Pinzas de punta.
- Navaja.
- Guía jala cable.
- Escalera de tijera (o tipo tijera).
- Pinzas mecánicas.
- Taladro.
- Testar o probador de voltaje.
- Portaherramientas para electricistas.
- Amperímetro de gancho.

4.1 PRESUPUESTO

ÍTEM	DESCRIPCIÓN DE MATERIALES	CANTIDAD	VALOR UNITARIO. (\$)	PRECIO TOTAL (\$)
1	Tubos de 1/2" EMT Fuji	6	3,80	22,80
2	Tubos de 1/2" EMT importado	29	2,70	78,30
3	Tubos de 3/4" EMT Fuji	5	4,85	24,25
4	Tubos de 3/4" EMT importado	20	3,80	76,00

5	Tornillos de 1x6 aglomerado	430	0,02	8,60
6	Taco Fisher # 6	100	0,02	2,00
7	Cajetines de 10x10 Induma	23	1,10	25,30
8	Abrazadera de 1/2"	62	0,30	18,60
9	Abrazadera de 3/4"	16	0,35	5,60
10	Uniones de 1/2"	10	0,30	3,00
12	Conectores de 1/2"	48	0,30	14,40
13	Conectores de 3/4"	9	0,40	3,60
15	Cinta 3M 20 yardas	10	0,80	8,00
16	Flexómetro	1	2,50	2,50
17	Extensión	1	6,00	6,00
18	Caja de Herramientas de 19"	1	13,00	13,00
19	Funda bx de 1/2"	5	1,60	8,00
20	Funda bx de 3/4"	5	2,30	11,50
21	Conectores de 1/2" BX	20	0,60	12,00
22	Conectores de 3/4" BX	6	0,80	4,80
23	Tapas de 10x10	36	0,50	18,00
24	Cable THHN # 12 (7 hilos) Cablec	311	0,41	127,51
25	Cable THHN # 14 (7 hilos) Cablec	175	0,30	52,50
27	Placa Simple conmutador MP Bticino	1	1,80	1,80
28	Placa doble conmutador MP Bticino	1	4,30	4,30
29	Placa triple conmutador MP Bticino	1	4,30	4,30
30	Cajetines Rectangulares Induma	8	0,40	3,20
31	Caja de 8P SQ	1	36,00	36,00
32	tapas Ciegas Cooper para cajetín	2	0,50	1,00

33	Breakers de 16, 20	5	5,00	25,00
34	Soportes para lámpara cooper	9	0,90	8,10
35	Broca 5/16 Hierro	1	1,00	1,00
36	Juego de destornilladores Stanley	1	8,00	8,00
37	Comprobador de fase cooper	1	2,50	2,50
38	Lámpara de Emergencia Leds	2	25,00	50,00
39	Cachimba de 3/4"	1	2,00	4,00
			TOTAL	\$ 690,26

COSTO DE MANO DE OBRA

ITEM	DESCRIPCION Y MONTAJE	CANTIDAD Y PUNTOS	VALOR UNIT. (\$)	VALOR TOTAL. (\$)
1	Desmontaje de luminarias	28	2,00	56,00
2	Desmontaje de tubería pvc y cableado	25	1,50	37,50
3	Tablero de distribución	1	15,00	15,00
4	Breakers	5	5,00	25,00
5	Montaje de tubería EMT por puntos	36	10,00	360,00
6	Cableado de puntos	36	3,00	108,00
7	Interruptor Sencillo	4	4,00	16,00
8	Interruptor doble	1	4,00	4,00
9	Interruptor triple	1	5,00	5,00
10	Interruptor conmutador	2	4,00	8,00

11	Luminarias taller y oficinas	36	5,00	180,00
12	Otros accesorios (tornillos, taco Fisher, soportes, etc.)	1	50,00	50,00
			TOTAL	\$ 864,50

PRESUPUESTO TOTAL

PRESUPUESTO	Valor (\$)
Material	\$690,26
Mano de obra	\$864,00
Total	\$1554,76

VI.- METODOLOGÍA.

Para realizar el proceso de **MONTAJE Y REPOTENCIACION DEL SISTEMA ELÉCTRICO DE ILUMINACIÓN DEL TALLER MECÁNICO DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA** se procedió en primer lugar a realizar una inspección visual del taller mecánico, lo cual permitió ligeramente detectar los daños y posibles averías en el circuito de iluminación por diferentes factores que puedan existir o por múltiples razones como:

- Tubería o canalizaciones en mal estado.
- Cajetines de empalme o de paso desprendidos.
- Conectores desprendidos de los cajetines de empalme.
- Cables o alambres de lámparas sin protección.
- Malas condiciones del aislamiento.
- Empalmes en mal estado.
- Interruptores deteriorados.
- Cables cortados colgando del techo.
- Fusibles y breakers quemados o defectuosos.

Se procedió a realizar un análisis de la distribución eléctrica, verificando si el taller cuenta con un correcto y adecuado sistema de alimentación eléctrica, con elementos adecuados de protección, y un mantenimiento preventivo que permita evitar falencias.

Se ejecutó una investigación que nos permita establecer los valores adecuados de la carga para poder saber con exactitud las necesidades del sistema, conociendo cada uno de los tipos de cargas en cada uno de los circuitos, de la misma manera se efectuó para los conductores, como de las protecciones adecuadas para los circuitos de iluminación, las protecciones para los conductores, y la realización del correspondiente plano eléctrico, y de esta forma contar con la mejor distribución de las áreas de trabajo y del equipo para conseguir la máxima economía en el trabajo al mismo tiempo que la mayor seguridad y satisfacción de todo el personal que opera las máquinas en el Taller Mecánico.

6.1 DESARROLLO DEL PROYECTO

Para poder realizar el presente proyecto de montaje y repotenciación del sistema de iluminación se inició en primer lugar por la restauración del techo que se encuentra en mal estado, para así de esta forma poder realizar el montaje de tubería ETM y en lo posterior el montaje de luminarias a utilizar en el local del taller de mecánica del área de la energía y los recursos naturales no renovables.

Áreas afectadas en el tumbado del taller de mecánica de la Universidad Nacional de Loja.

Área del tumbado



Figura 24. Tumbado parcialmente destruido



Figura 24. Desprendimiento del playwood



Figura 25. Parte del tumbado deteriorado

Partes del tumbado en que se realizó la reparación.



Figura 26. Área del tumbado reparado



Figura 27. Área del tumbado reparadas para la estética y funcionalidad del taller

Canalización del circuito de iluminación.

Podemos visualizar en las siguientes fotografías:



Figura 28. Partes de la tubería del circuito de iluminación desprendida sin codos, conectores y cajetines de paso o empalmes, sin tapas con los cables colgando sin conectores adecuados en sus respectivas uniones.



Figura 29. Parte de la tubería de circuito de iluminación desprendida , sin conectores en los ángulos y codos.



Figura 30. Cajas de paso sin tapas y cables visibles



Figura 31. Tuberías de circito de iluminación y de fuerza sobrepuestas

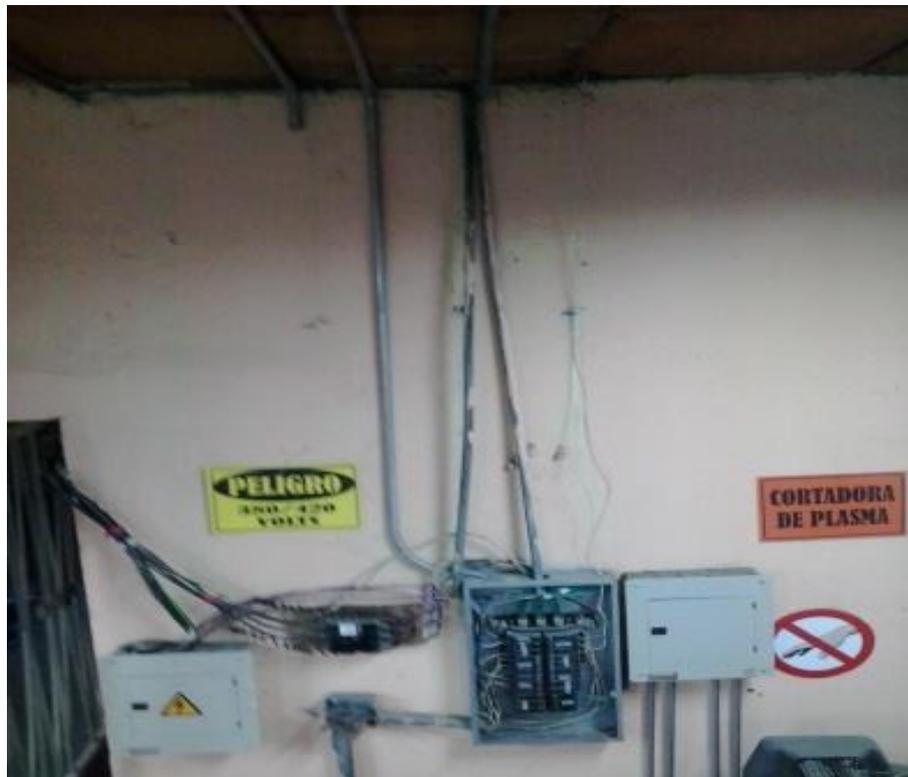


Figura 32. Caja de distribución desordenada y tubería de alimentación cruzada.



Figura 33. Lámparas suspendidas de la caja de paso, donde están tuberías sin conectores

Desmontaje de la tubería de PVC

Para proceder a la Colocación de la nueva tubería EMT con todos los accesorios de conexiones adecuados para la misma con el fin de mejorar la estética del local y así mismo el mejoramiento de la canalización para el circuito de iluminación del taller de mecánica.



Figura 34 Desmontaje del cableado del circuito de iluminación



Figura 35. Desmontaje de tubería pvc

Mantenimiento y reparación de Luminarias

Se colocó transformadores (silvanya) y soportes nuevos para cada lámpara para poder utilizarlas en el área del pasillo en la entrada principal



Figura 36. Montaje de transformador y soporte para lámparas



Figura 37. Colocación de tubos fluorescentes



Figura 38. Lámparas reparadas

VII.- RESULTADOS

- Como resultado principal tenemos la repotenciación y mejoramiento de la iluminación del taller de mecánica de acuerdo a cada área a utilizar como son: área de tornos, área de soldadura, área de fresadoras, bodegas, y oficinas.
- Montaje de un tablero bifásico para distribución de cada uno de los circuitos de iluminación.
- Instalación de tubería EMT como parte de la canalización para las instalaciones eléctricas de los circuitos de iluminación.
- Cableado individual para cada uno de los circuitos de iluminación:
 - CIRCUITO 1:** oficinas 1 y 2.
 - CIRCUITO 2:** área de tornos.
 - CIRCUITO 3:** entrada principal (pasillo) y baño.
 - CIRCUITO 4:** área de fresadoras
 - CIRCUITO 5:** área de soldadoras.
- Cambio de lámparas en mal estado y repotenciación. Balastros, soportes y tubos fluorescentes.
- Cambio de planchas de playwood y estructura en parte del tumbado para mejoramiento de la estética y visualización del taller mecánico.



Figura 39 Colocación de breaker para circuitos de iluminación



Figura 40. Luminarias en funcionamiento, área de tornos



Figura 41. Iluminación en el área de fresadora



Figura 42. Luminarias en funcionamiento del pasillo entrada principal al taller

VIII.- CONCLUSIONES.

Del trabajo desarrollado se pudo concluir lo siguiente:

- Se realizó la correcta colocación de la tubería conduit (EMT) para el circuito de iluminación, para evitar el sobrecalentamiento de conductores.
- Se repotenció el cableado en cada uno de los circuitos de iluminación, utilizando el método de puentes ya que es el más eficaz y seguro, minimizando el riesgo de choque eléctrico entre sus conexiones.
- Se colocó las protecciones que debe utilizarse en los circuitos de iluminación, utilizando un breaker de protección de acuerdo a cada circuito instalado
- Se elaboró el presupuesto utilizado en las instalaciones desarrolladas dentro del taller.

IX. RECOMENDACIONES:

- Se debe dar mantenimiento periódicamente a las lámparas para su mejor funcionamiento y rendimiento de la eficacia lumínica de las luminarias: esto implica cambiar los tubos de lámparas fluorescentes que se encuentran una parte negra en sus extremos ya que disminuye su eficacia de iluminación y a su vez el recalentamiento del transformador.
- Para realizar una instalación eléctrica se debe primeramente verificar que esté totalmente desenergizada para empezar con el trabajo. Ya sea el trabajo de mantenimiento o de remplazo de una de las partes defectuosas.
- Cuando se necesite dar mantenimiento de las instalaciones lo debe hacer una persona que este capacitada o calificada para hacerlo y no correr el riesgo de futuras lesiones a causa de una descarga eléctrica.
- El personal que va hacer el mantenimiento de las instalaciones eléctricas deberá llevar el equipo correspondiente de seguridad para evitar accidentes o lesiones graves en la persona.

X.- BIBLIOGRAFÍA

LIBROS

Alfonso, N. M., & Cano González, R. (2004). *Instalaciones Eléctricas de baja tensión* (1 ed.). Madrid: Thomson paraninfo S. a.

Carrasco, E. (2008). *Instalaciones Eléctricas de Baja Tensión en Edificios y Viviendas*. Tebar.

Enríquez Harper, G. (2002). *Elementos del Diseño de las Instalaciones Eléctricas Industriales*. Limusa.

Enriquez, H. G. (2004). *Guía Práctica para el cálculo de instalaciones electricas* (1 ed.). México,D.F.: LIMUSA.

Romero, M. (1983). *Electricidad*. Ramón Sopena S.A.

SITIOS WEB

Cursos de electricidad. (2013). *Cursos de electricidad*. Obtenido de disponible en : <http://cursosdeelectricidad.blogspot.com/2008/06/tema-10-mtodos-de-puentes-y-corto.html>

Iluminacion interior e industrial. (s.f.). Obtenido de recuperado de, http://www.ehu.eus/alfredomartinezargote/tema_4_archivos/luminotecnia/10.Illuminaci%F3n.int.e.ind.pdf

Proelca. (Junio de 2015). *Catalogo proelca*. Obtenido de <http://www.proelca.com/catalog/tableros-de-distribuci%C3%B3n-el%C3%A9ctrica/tableros-semi-industriales-tipo-al>

Profesores frc. (junio de 2014). *profesores.frc.utn.edu.ar*. Obtenido de http://www.profesores.frc.utn.edu.ar/industrial/InstalacionesIndustriales/Art_Interes/LampComp.pdf

Promelsa. (2014). *Promelsa*. Obtenido de disponible en : http://www.promelsa.com.pe/productos_list.asp?id_linea=004&id_sublinea=5&id_familia=02&saldos=&pm_list=L

webdelprofesor.aula. (2014). *wbdelprofesor.aula*. Obtenido de disponible en, http://webdelprofesor.ula.ve/ingenieria/lnelson/materias/instalaciones_electricas/tema_1/instalacion_electrica__tema_1.pdf

ANEXOS

Loja, 03 de Agosto del 2015

Egda.

Karina Elizabeth Gómez Jara.

**DOCENTE DEL COLEGIO PARTICULAR A DISTANCIA "ISIDRO AYORA
CUEVA"**

CERTIFICA:

Que ha traducido el resumen del documento de tesis previo a la obtención del título de **TECNÓLOGO EN ELECTRICIDAD Y CONTROL INDUSTRIAL** del Señor estudiante **MARCO ANTONIO VILLAVICENCIO CASTILLO**.

Es todo cuanto puedo certificar, para los fines pertinentes que crea conveniente hacer uso el interesado.

Egda. Karina Elizabeth Gómez Jara.

Cl.: 1104885304