



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:

"INSTALACIÓN DEL SISTEMA ELÉCTRICO DE FUERZA DEL LABORATORIO DE COMPUTACIÓN DE LA CARRERA DE INGENIERÍA EN SISTEMAS"

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

AUTOR: Steve René Pinta Ruíz

DIRECTOR: Ing. Edwin Bladimir Paccha Herrera, Mg. Sc.

**LOJA– ECUADOR
2015**

CERTIFICACIÓN

Ing. Edwin Bladimir Paccha Herrera, Mg. Sc.

DOCENTE DEL ÁREA DE LA ENERGÍA, LAS INDUSTRIAS Y LOS RECURSOS NATURALES NO RENOVABLES DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA; Y DIRECTOR DEL INFORME TÉCNICO.

CERTIFICA:

Que el trabajo de investigación titulado **"INSTALACIÓN DEL SISTEMA ELÉCTRICO DE FUERZA DEL LABORATORIO DE COMPUTACIÓN DE LA CARRERA DE INGENIERÍA EN SISTEMAS"**, desarrollado por el señor **Steve René Pinta Ruíz**, previo a optar el grado de Tecnólogo en Electricidad y Control Industrial ha sido realizado bajo mi dirección, mismo que cumple con los requisitos de grado exigidos en las Normas de graduación, por lo que autorizo su presentación ante el tribunal de grado.

Loja, enero de 2015

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

AUTORÍA

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

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

Autor: Steve René Pinta Ruíz

Firma:

Cédula: 1104358088

Fecha: 16/03/2015

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

Yo **STEVE RENÉ PINTA RUÍZ**, declaro ser autor de la tesis titulada:

"INSTALACIÓN DEL SISTEMA ELÉCTRICO DE FUERZA DEL LABORATORIO DE COMPUTACIÓN DE LA CARRERA DE INGENIERÍA EN SISTEMAS", como requisito para optar al Título de: **TECNÓLOGO EN ELECTRICIDAD Y CONTROL INDUSTRIAL**; autorizo al Sistema Bibliotecario de la Universidad Nacional de Loja para que con fines académicos, muestre al mundo la producción intelectual de la Universidad, a través de la visibilidad de su contenido de la siguiente manera 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 convenido 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 16 días del mes de marzo del dos mil quince, firma el autor.

Firma:

Autor: Steve René Pinta Ruíz

Cedula: 1104358088

Dirección: Catamayo, García Moreno y Av. Catamayo

Correo: steve_pinta.r@outlook.com

Teléfono: 072 676674

Celular: 0985566808

DATOS COMPLEMENTARIOS

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

Tribunal de grado: Ing. Juan Gabriel Ochoa Aldeán

Ing. Julio César Cuenca Tinitana, Mg. Sc.

Ing. Byron Agustín Solórzano Castillo

AGRADECIMIENTO

Para la culminación del presente trabajo investigativo ha sido necesaria la ayuda de personas que me han guiado leyendo, opinando, corrigiendo, teniéndome paciencia, dando ánimo, acompañando en los momentos difíciles y en los momentos de felicidad hago presente mi más inmensa gratitud.

Agradezco primeramente a Dios por haberme acompañado y guiado a lo largo de mi carrera, por ser mi fortaleza en momentos de debilidad y por brindarme una vida llena de aprendizajes. Agradecimiento que también hago extensible a la **UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA, ÁREA DE LA ENERGÍA, LAS INDUSTRIAS Y LOS RECURSOS NATURALES NO RENOVABLES** por haberme brindado la oportunidad de estudiar una carrera universitaria y poder concluir con la respectiva graduación, así mismo hago público mi agradecimiento al señor Ing. Edwin Bladimir Paccha Herrera, Director del trabajo práctico por guiar y transmitir sus conocimientos y estimular mi trabajo para llegar a una culminación satisfactoria.

De una manera muy especial al Ing. Luis Yunga Herrera que en el transcurso de mi vida académica compartió y contribuyó con su conocimiento para llegar a solidificar mis anhelos y objetivos.

EL AUTOR

DEDICATORIA

Este trabajo investigativo lo dedico a mi Dios quien supo guiarme por el buen camino, darme fuerzas para seguir adelante y no desmayar en los problemas que se presentan día a día, enseñándome a enfrentar las adversidades sin perder nunca la medida.

Para mis padres: por su apoyo, consejos, comprensión, amor, ayuda en los momentos difíciles y por ayudarme con los recursos necesarios para estudiar. Me han dado todo lo que soy como persona, mis valores, mis principios, mi carácter, mi empeño, mi perseverancia, mi coraje para conseguir mis objetivos.

A mi hermana por brindarme su apoyo a quien admiro y quiero inmensamente.

Steve René Pinta Ruíz

RESUMEN

El presente trabajo corresponde a la instalación del sistema eléctrico de fuerza en el Laboratorio de Computación de la Carrera de Ingeniería en Sistemas, el mismo que se encuentra ubicado en la tercera planta del bloque número diez, del AEIRNNR de la UNL.

El sistema eléctrico de fuerza instalado está construido por seis circuitos eléctricos de fuerza con su respectiva puesta a tierra y protecciones térmicas. Las cargas que alimentará el sistema eléctrico son de carácter no lineal por lo que la selección e instalación se ha elaborado para que permita una alta eficiencia en el fluido eléctrico.

Una vez realizado el diseño del sistema eléctrico de fuerza, se procedió a la adquisición de conductores eléctricos, dispositivos y accesorios de acuerdo a los valores prediseñados, así como tomando en consideración las características de los equipos informáticos o cargas a conectar; luego se realizó todo el proceso de instalación de acuerdo a la metodología que consta en el presente trabajo, que se enmarca dentro del campo de la precisión, técnica y funcionalidad.

Los resultados de los parámetros eléctricos obtenidos en el proceso de verificación de cada uno de los circuitos eléctricos de fuerza, circuito de puesta a tierra; garantizan el correcto nivel de tensión, la calidad y funcionalidad del proceso de instalación del sistema eléctrico de fuerza, que admitirá un correcto funcionamiento del Laboratorio.

SUMMARY

The present work is for the installation of electric power system in the Computer Laboratory of the Career of Systems Engineering, the same is located on the third floor of the block number ten.

The electric power system is built by six electric power circuits with their respective grounding and thermal protection. The loads that will feed the electrical system are non-linear so that the selection and installation has been prepared to allow high efficiency in electricity.

Once the design of the electrical power system was realized proceeded to the acquisition of electrical conductors, devices and accessories according to the values pre-as well as taking into consideration the characteristics of the equipment or load connected; then was performed the whole process of installation in accordance with the methodology contained in this work, which is part of the area of precision, technique and function was performed.

The results of the electric parameters obtained in the verification of each of the power circuits, circuit ground; guarantee the quality, accuracy and functionality of the installation process of the electric power system that will support proper operation of the Laboratory.

ÍNDICE GENERAL

CONTENIDOS	PÁG.
CERTIFICACIÓN	ii
AUTORÍA	iii
CARTA DE AUTORIZACIÓN DE TESIS POR PARTE DEL AUTOR	iv
AGRADECIMIENTO	v
DEDICATORIA	vi
RESUMEN	vii
SUMMARY	viii
ÍNDICE GENERAL	ix
A. TEMA	1
B. INTRODUCCIÓN	2
C. DESCRIPCIÓN TÉCNICA Y UTILIDAD	4
1. Laboratorio de computación	4
1.1. Definición	4
1.2. Ubicación	4
2 Conductores eléctricos	4
2.1. Definición	4
2.2. Conductor Eléctrico TTU	5
2.3. Conductor Eléctrico Desnudo	5
2.4. Conductor Eléctrico Flexible TW	6
3. Caja térmica	6
3.1. Definición	6
3.2. Características técnicas	7
4. Tomacorrientes	7
4. 1. Definición	7
4.2. Características técnicas	8
5. Puesta a tierra	8
5.1. Definición	8
5.2. Importancia	8
5.3. Tipos de puestas a tierra	8
5.4. Partes de la puesta a tierra	9
5.5. Electrodo para puesta a tierra	10
5.5.1. Tipos de electrodos para puestas a tierra	10
5.5.2. Derivación de los electrodos para puesta a tierra	10
5.5.3. Electrodo en forma de picas verticales	11

5.5.4. Características de puesta a tierra	11
6. Canaletas	12
6.1. Canaletas para piso	12
6.2. Canaletas de pared	13
7. Empalmes	14
7.1. Definiciones	14
7.2. Tipos de empalmes	14
7.3. Descripción para los empalmes utilizados	16
D. MATERIALES	22
1. Costo de mano de obra	22
2. Costo de material eléctrico y adicional	22
3. Costo adicional	23
4. Costo total de la instalación	23
E. PROCESO METODOLÓGICO EMPLEADO	24
F. RESULTADOS	27
1. Cuadro de cargas	27
2. Esquema unifilar de instalación	27
3. Mediciones	28
G. CONCLUSIONES	29
H. RECOMENDACIONES	30
I. BIBLIOGRAFÍA	31
J. ANEXOS	32
Anexo 1. Plano de instalaciones eléctricas	32
Anexo 2. Secuencia de instalación del sistema eléctrico de fuerza	33
Anexo 3. Tabla de características de conductores	38

A. TEMA

**"INSTALACIÓN DEL SISTEMA ELÉCTRICO DE FUERZA
DEL LABORATORIO DE COMPUTACIÓN DE LA
CARRERA DE INGENIERÍA EN SISTEMAS"**

B. INTRODUCCIÓN

La necesidad imperiosa de contar con un sistema eléctrico para el funcionamiento del Laboratorio de Computación de la Carrera de Ingeniería en Sistemas que permita la operación de los equipos de forma segura y así coadyuvar al proceso de enseñanza y aprendizaje de las herramientas informáticas, justifica el presente trabajo de tesis de grado, el mismo que consiste en la implementación de todos los componentes eléctricos previamente dimensionados para el mencionado laboratorio. Todo este proceso de instalación se lo realizó con materiales que cumplen con la normativa eléctrica local, de excelente calidad, enmarcándose siempre dentro los criterios técnicos.

Los equipos de computación son los más sensibles a las variaciones de corriente eléctrica, por lo que se ha realizado circuitos de fuerza de tal forma que cumplan con los requerimientos de voltaje y corriente.

Para protección de los equipos y circuitos se ha instalado una caja térmica, además se ha construido un sistema de puesta a tierra la que permitirá absorber las descargas eléctricas para mantener buenos niveles de seguridad personal, operación de los equipos y desempeño de los mismos.

Considerando que el sistema eléctrico debe mantener una diferencia de tensión baja entre las múltiples partes metálicas, de manera que se evite un choque eléctrico con las personas, se realizó la medición para verificar el cumplimiento de la norma eléctrica del país.

Para la realización de este trabajo se cumplido con los siguientes objetivos:

Objetivo General:

- Realizar la instalación del sistema eléctrico de fuerza para los equipos informáticos del Laboratorio de Computación de la Carrera de Ingeniería en Sistemas de la UNL

Objetivos Específicos:

- Determinar las características eléctricas de los equipos informáticos a instalar.

- Seleccionar los Conductores eléctricos, dispositivos y accesorios para la instalación del sistema eléctrico de fuerza.
- Realizar las conexiones eléctricas del sistema de fuerza
- Verificar los voltajes en el sistema eléctrico de fuerza.

C. DESCRIPCIÓN TÉCNICA Y UTILIDAD

1. Laboratorio de computación

1.1. Definición:

Se lo define como un centro de estudio físico que presta las facilidades para desarrollar metodologías de enseñanzas en el área de informática

1.2. Ubicación:

El Laboratorio de Computación de área de Sistemas está ubicado junto al Aula Magna del AEIRNN-UNL con una superficie aproximada de 47 m², cuenta con 22 equipos de cómputo que se encuentran distribuidos de forma que permitan facilidad para acceder y trabajar. Ver plano en anexo1



Figura 1. Laboratorio de Computación

2. Conductores eléctricos

2.1. Definición:

Es todo material o elemento constituido por propiedades físicas, que permiten fluir con facilidad a la corriente eléctrica.

2.2. Conductor eléctrico TTU

Es conductor sólido, fabricado en siete hilos con material de cobre, aislado con una capa de polietileno natural y sobre esta se encuentra colocada una chaqueta de PVC (Cloruro de Polivinilo) negro y se lo utiliza para instalaciones subterráneas en circuitos de fuerza y alumbrado, puede estar en lugares secos o húmedos y cuyo nivel de tensión que soporta es de 0.6 kV (ver figura 2).

(GRUPO ELECTROCABLES, 2012)

<http://electrocable.com/productos/cobre/TTU-06.html>



Figura 2. Conductor TTU utilizado en acometida

2.3. Conductor eléctrico desnudo

Es un cable desnudo de cobre (sin aislamiento) (ver figura 3), formado por alambres de cobre electrolítico con una pureza 99,9%, posee un cableado concéntrico de 7, 19, 39, y 61 hilos de acuerdo al calibre, en temple duro, semiduro o suave; se utilizan para líneas aéreas de transmisión y distribución o puestas a tierra en equipos eléctricos.

(GRUPO ELECTROCABLES, 2012)

<http://electrocable.com/productos/cobre/TW.html>

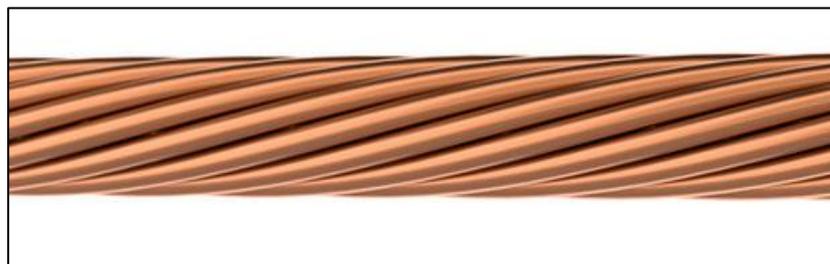


Figura 3. Conductor de cobre desnudo

2.4. Conductor eléctrico flexible TW

Es un cable flexible de 19 hilos de cobre con aislamiento de cloruro de polivinilo (PVC) resistente a la humedad, no propaga la llama y se los utiliza para circuitos de fuerza e iluminación con una tensión de servicio de 600V (ver figura 4).



3. Caja térmica

3.1. Definición:

Aparato metálico que sirve como resguardo para las protecciones en los circuitos eléctricos de fuerza, alumbrado y especiales; instalaciones interiores (ver figura 5).



3.2. Características técnicas:

- ✓ Tensión máxima de trabajo es 500V; La intensidad asignada es de 63A, resistencia de aislamiento entre las partes activas y masa no son inferiores a 1000 Ω/V , referida a la tensión asignada del circuito con respecto a tierra.
- ✓ Aislamiento térmico elevado con poliestireno expandido en todo el cuerpo para formar una barrera a la conducción de temperatura.
- ✓ El poliestireno expandido (EPS, expanded polystyrene), comúnmente conocido como unicel, es un excelente aislante térmico y un material sumamente versátil. Estas características lo hacen el material ideal para la fabricación de contenedores térmicos como son las cajas y recipientes térmicos, capaces de soportar las sollicitaciones mecánicas y térmicas, así como los efectos de la humedad, susceptibles de presentarse en servicio normal.

4. Tomacorrientes

4.1. Definición:

Son dispositivos eléctricos, que se utilizan para la conexión de la red de aparatos eléctricos móviles mediante enchufe (ver figura 6).

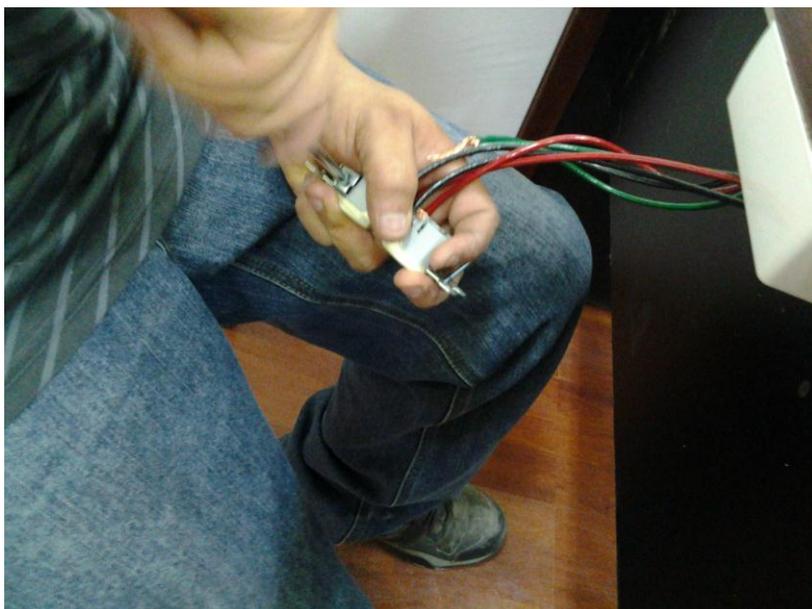


Figura 6. Tomacorriente polarizado

4.2. Características Técnicas

- ✓ Estos se fabrican en una variedad de material porcelana, baquelita, plástico etc., tanto para montaje saliente como para empotrado.
- ✓ Sus características eléctricas son 120V / 220V a 15A.
- ✓ Bornes de conexión polarizados (Fase y Neutro) tanto para circuito eléctrico como para los aparatos a conectar; también posee bornes de conexión de puesta a tierra.
- ✓ La ubicación para su montaje va de acuerdo a la necesidad de su utilización; cuando se trata de pared se ubica de 20 a 50cm.

5. Puesta a tierra

5.1. Definición:

Se entiende como puesta a tierra de un sistema eléctrico a toda ligación metálica puesta directa, sin fusibles ni otro sistema de protección, de sección suficiente, entre determinados elementos o partes de una instalación y un electrodo o grupo de electrodos enterrados en el suelo con el objeto de conseguir que en el conjunto de las instalaciones, edificación y superficie próxima del terreno no existan peligrosas diferencias de potencial y además permita el paso a tierra de las corrientes de defecto o las de descarga de origen atmosférico.

(Ramírez, 1982)

5.2. Importancia:

La importancia de las puestas a tierra radica en que establece una limitación de la tensión que con respecto a tierra pueda presentar en un momento dado; las masas metálicas aseguran la actuación de las protecciones y elimina o disminuye el peligro de una avería del material utilizado en una instalación.

5.3. Tipos de puesta a tierra:

- ✓ Puesta a tierra protección
- ✓ Puesta a tierra servicio

Puesta a tierra de protección.- Es la que se instala para prevenir accidentes personales en caso de contacto directo o indirecto, así como para proteger circuitos eléctricos interiores y dispositivos eléctricos electrónicos.

Puesta a tierra de servicio.- Es la que pertenece al circuito de la corriente de suministro de la empresa encargada de la distribución de energía eléctrica.

5.4. Partes de la puesta a tierra.

Las tomas de tierra están constituidos por los siguientes elementos:

- ✓ **1a Electrodo.-** Es una masa metálica, permanente en buen contacto con el terreno, para facilitar el paso a este de las corrientes de defecto que puedan presentarse, o la carga eléctrica que tenga o pueda tener.
- ✓ **1b Línea de enlace con tierra.-** Esta formada por los conductores que unen el electrodo o conjunto de electrodos, con el punto de puesta a tierra.
- ✓ **1c Punto de puesta a tierra.-** Es un punto situado fuera del suelo, que sirve de unión entre la línea de enlace con tierra y la línea principal de tierra.



Figura 7. Proceso de puesta a tierra

Las líneas principales están constituidas por conductores que parten del punto de puesta a tierra (ver figura 7) y a las que están conectadas de las derivaciones necesarias para la puesta a tierra de las masas.

Las derivaciones de las líneas principales de tierra están constituidas por conductores que unen la línea principal de tierra con los conductores de protección o las masas, sirven para unir eléctricamente las masas de una instalación a ciertos elementos con objeto de asegurar la protección con los contactos indirectos.

5.5. Electrodo para puestas a tierras.

5.5.1. Tipos de electrodos para la puesta a tierra.

Los electrodos para puesta a tierra pueden ser:

- a) Electrodos artificiales
 - b) Electrodo natural
- a). Los **electrodos artificiales** son los establecidos exclusivamente para obtener la puesta a tierra y constituidos, normalmente, por barras, tubos, placas, cables y otros elementos metálicos.
- b). Los **electrodos naturales** son las masas metálicas que puedan existir enterradas y que puedan aprovecharse para las puestas a tierras, siempre que cumplan ciertas condiciones, prescritas reglamentariamente.

5.5.2. Derivación de los electrodos para puesta a tierra.

Este tipo de electrodos por materiales inalterables a la humedad y acción química del terreno (cobre, hierro galvanizado, etc.); en algunos casos se utiliza materiales ligeros como el aluminio en caso de corrosión elevada presente.

Los electrodos artificiales pueden ser de la siguiente forma:

- a) Electrodos simples; constituidos por barras, tubos, placas, cables
- b) Anillos o malla metálica; constituido por los materiales anteriormente indicados o por combinación de ellos.

5.5.3. Electrodo en forma de picas verticales.

Se conoce con este nombre ya que está formando por picas o estacas metálicas verticales, que en consiste clavar verticalmente los electrodos, tubos metálicos, etc. Estos pueden ser en electrodos simples o mallas metálicas. Los electrodos de forma

estrella están constituidos por conductores ramificados tal como se ve en la siguiente figura.

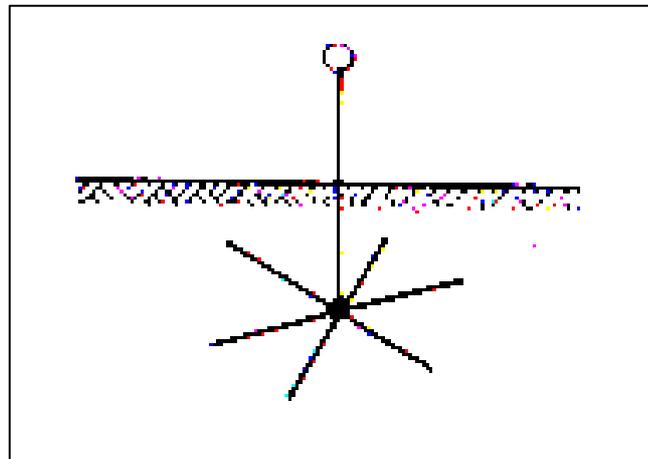


Figura 8. Electrodo en forma de estrella

5.5.4. Características de puesta a tierra.

Simultáneamente con la resistencia de valor óhmico (activa), existe un componente reactiva que hay que tener en cuenta cuando el valor óhmico es menor a 0.5Ω , pero es despreciable cuando el valor óhmico es mayor a 1Ω . La resistencia de toma de tierra es, usualmente, la resistencia del volumen del material del terreno que rodea el elemento de la toma hasta una distancia cercana a los 5 m. Las mediciones de tierra deben realizarse, no solo durante la energización, sino periódicamente para determinar las variaciones. La medición de resistencia a tierra de electrodos es una técnica que requiere conocer aparte del método de medición, algunos detalles que afectan los resultados de las mediciones, y que son: (Ramírez, 1982)

- ✓ Clase de prueba.
- ✓ Características del aparato empleado.
- ✓ El lugar físico de las puntas de prueba.

El conductor de un circuito que se conecta a tierra garantiza la conexión física entre las partes metálicas expuestas a alguna falla y la tierra. Por medio de este conductor circula la corriente no deseada hacia la tierra.

El electrodo de puesta a tierra es un cuerpo metálico conductor desnudo que va enterrado y su función es establecer el contacto con la tierra física.

La diferencia de estos dos elementos que es el neutro se usó como retorno de la línea de alimentación o en otras palabras es por donde pasa la corriente de regreso a los postes de suministro eléctrico.

Por otro lado la conexión a tierra, es la conexión que se usó para que circule la corriente no deseada o descargas eléctricas hacia tierra para evitar que dañen a equipos eléctricos, electrónicos e incluso a personas, explicado de otra forma es la conexión que usamos para la protección personal y de equipos contra sobre tensiones o descargas eléctricas de cualquier tipo.

6. Canaletas

6.1. Canaletas para piso.



Figura 9. Canaleta de piso

Apropiadas para el uso en piso (suelos) (ver figura 9). Sus características permiten soportar cantidades superiores de cables y el acoplamiento ofrece un cierre hermético que protege del polvo y roedores.

Características

- Resistente al peso por lo que se puede usar en áreas de almacén temperaturas de hasta 85°C.
- Protegen todo tipo de cables que requieran pasar por el piso.
- Evitan tropiezos y jalones.
- Alta resistencia al impacto, Rígido, PVC auto - extingüible.

- Por su diseño soporta cargas pesadas que puedan pasar sobre ellas, sin perder su forma original.
- Fácil de trasladar, renovar y ampliar el circuito de canaletas.
- Utilizado para redes eléctricas, redes de computo, redes telefónicas y otros
- Usados en exteriores e interiores, para oficinas, cabinas de internet, negocios de cualquier ámbito e industrial.

(SIDERPLAST PERÚ SAC, 2011)

<http://www.siderplast.com.pe/productos/linea-electrica/canaletas-para-piso>.

6.2. Canaleta de pared.



Figura 10. Canaleta de pared

Protegen y ocultan sobre la pared tramos de cables de red sin tener que desperdiciar tiempo haciendo pasar los tramos de cables sobre la pared (ver Además, se ofrecen en color blanco para que se combinen perfectamente con la decoración de su casa u oficina.

Características

- Las canaletas de están hechas de PVC rígido.
- Autoextinguible y resistentes a temperaturas de 85 °C.
- Ideales para cableados eléctricos, telefonía y cómputo.
- Brinda acabados elegantes y decorativos.
- Diversidad de colores.

- Resistente a químicos de limpieza.
- Fácil de instalar.

7. Empalmes.

Los empalmes es el procedimiento utilizado para la conexión entre conductores eléctricos de igual o de distinta sección para asegurar el flujo correcto de la corriente eléctrica a través de los distintos circuitos eléctricos

7.1 Definición.

Los empalmes son la unión de hilos conductores eléctricos de igual o diferente sección y diferente forma, con la ayuda de alicates apropiados.

7.2 Tipos de Empalmes.

1. Empalme de cruce hasta 2.5 mm^2 de sección realizado con la mano. **Ver figura 11.**

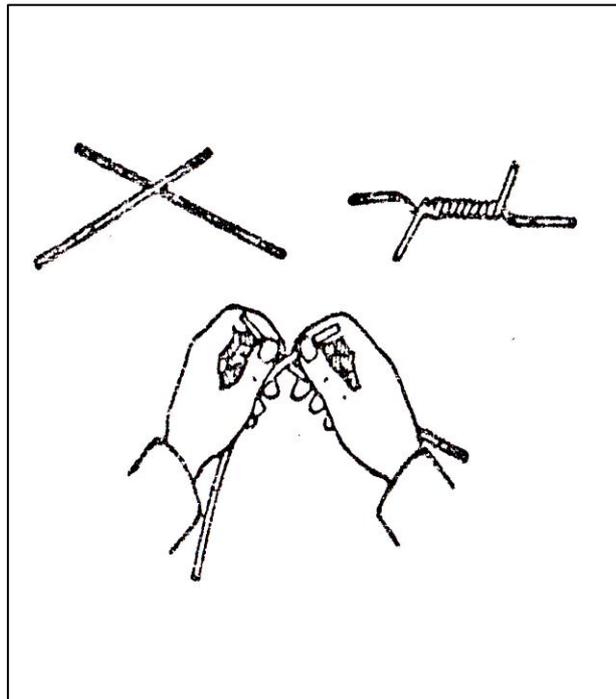


Figura 11. Empalme de cruce.

2. Empalme de cruce mayor de 16 mm^2 para conductor sólido realizado con alicates. **Ver figura 12.**

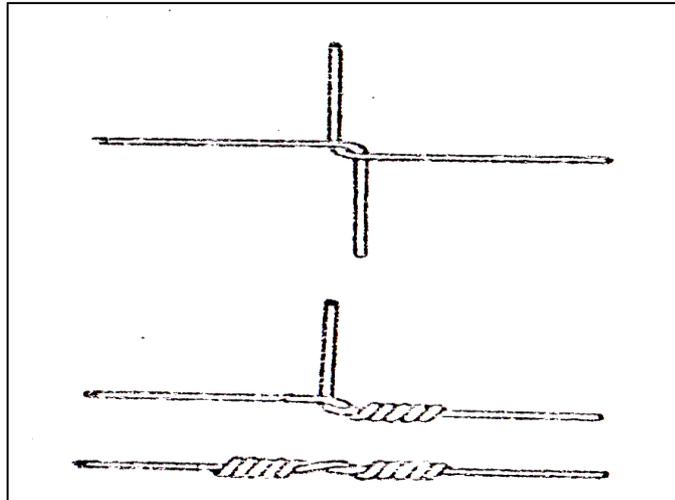


Figura 12. Empalme de cruce $>16 \text{ mm}^2$.

3. Empalme de cola para conductores sólidos de igual o diferente sección realizado por alicates. **Ver figura 17**
4. Empalme de atadura para conductores sólidos de igual o diferentes secciones realizado por alicates. **Ver figura 13.**

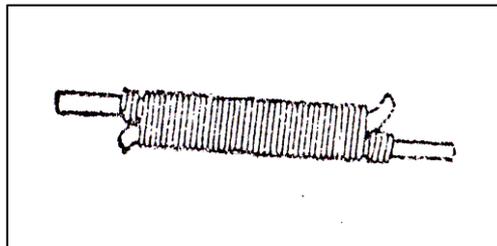


Figura 13. Empalme de atadura.

5. Empalme de cable en T o en derivación para conductor sólido de igual o diferentes sección realizado por alicates. **Ver figura 14.**

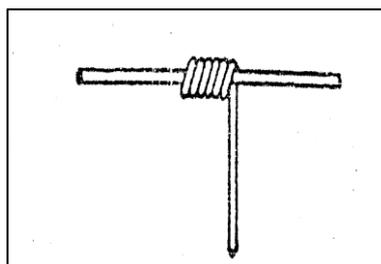


Figura 14. Empalme de derivación.

6. Empalme de derivación hilo arrollado para conductor sólido realizado por alicates. **Ver figura 15.**

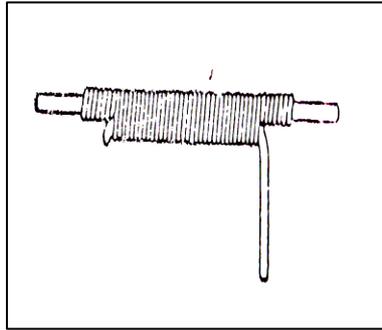


Figura 15. Empalme de derivación por hilo

7. Empalme de prolongación o estrella para conductor cableado de diferente sección realizado por alicates. **Ver figura 18**

8. Empalme por manguito para conductor cableado. **Ver figura 16**

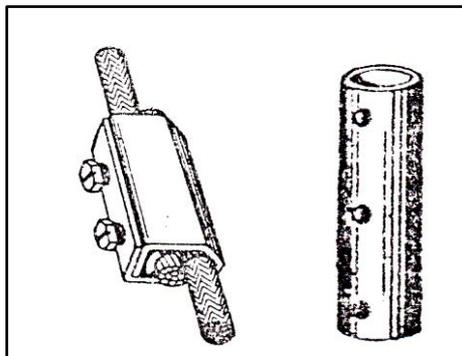


Figura 16. Empalme por manguito

9. Empalme de derivación T para conductor cableado. **Ver figura 21**

10. Empalme brida con tuerca para conductor cableado **Ver figura 19.**

7.3 Descripción para los empalmes utilizados.

- **Empalme de cola para conductores sólidos de igual o diferente sección realizado por alicates.**

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 **Ver**

figura 17. En este tipo de uniones, el encintado puede ser sustituido por un conector de capuchón. Su procedimiento es:

1. Retire aproximadamente 2.54cm de aislamiento de cada una de las puntas de los conductores a unir. **Ver figura 17.**
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. **Ver figura 17.**
3. Apriete correctamente la unión, pero de forma firme, sin estropear los cables. Si desea sustituir el encintado coloque el conector de capuchón. **Ver figura 17.**

(VSAT PERU, 2014) http://viasatelital.com/proyectos_electronicos/index.htm

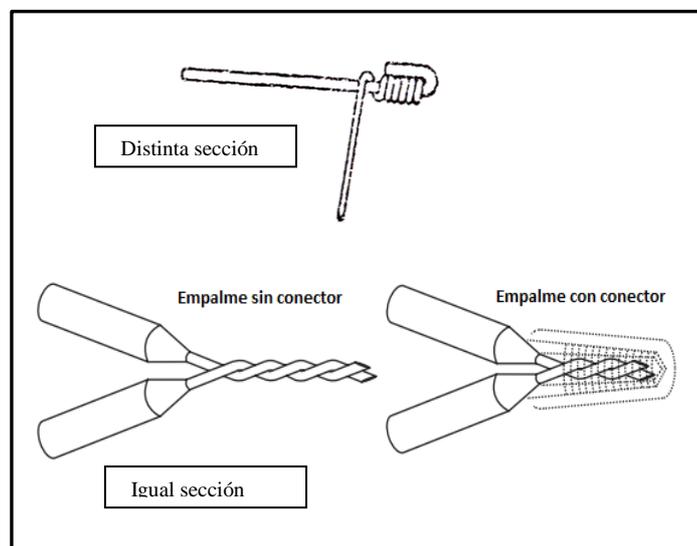


Figura 17. Empalme de cola.

- **Empalme de prolongación estrella para conductor cableado de diferente sección realizado por alicates.**

Este tipo de empalme se utiliza para la prolongación de cables gruesos. **Ver figura 19.** A continuación se describe el procedimiento:

1. Retire aproximadamente de 8 a 10 cm de aislamiento de las puntas de los cables a unir.
2. Con un alambre delgado (o sujeto con un alicate), realice un atado en forma de anillo de aproximadamente 3cm del aislamiento de cada uno de las puntas y con las pinzas apriételes. **Ver figura 18.**
3. Abra los alambres del cable tomando como punto de partida el anillo, enderece y limpie cada alambre. **Ver figura 18.**

4. De cada uno de los cables corte el alambre central a la altura de donde realizó la atadura del anillo. **Ver figura 18.**
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. **Ver figura 18.**
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. **Ver figura 18.**
8. Con la ayuda de las pinzas, apriete las vueltas o espiras y corte los extremos sobrantes. **Ver figura 18.**

(VSAT PERU, 2014) http://viasatelital.com/proyectos_electronicos/index.htm

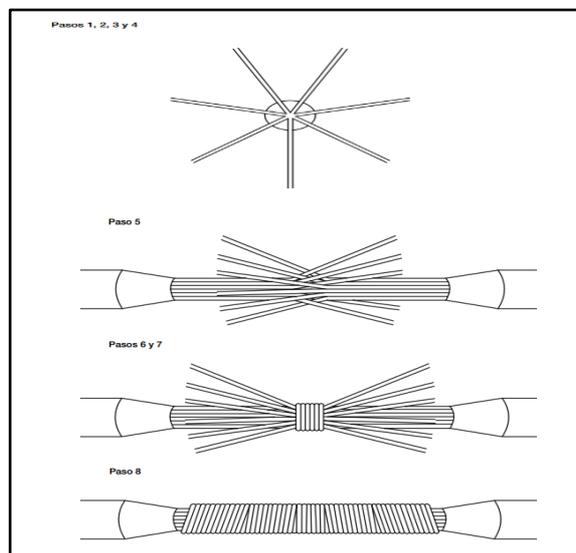


Figura 18. Empalme de prolongación estrella.

- **Empalme brida con tuerca o terminales para conductor cableado.**

Los dispositivos mecánicos de unión que evitan las soldaduras se denominan Conectores. **Ver figura 19.**

Los conectores a presión (preaislados o sin aislar) se denominan genéricamente "orejas" (lugs) y proporcionan un método rápido y satisfactorio para realizar uniones, en aquellos casos que no existan esfuerzos mecánicos

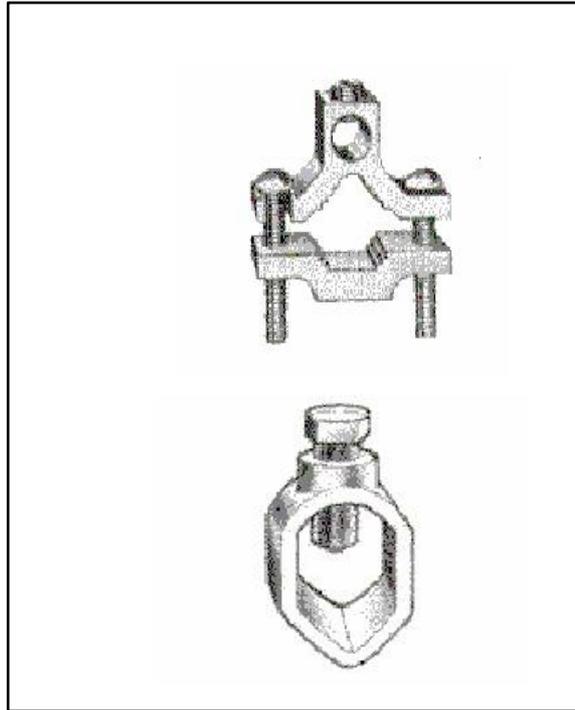


Figura 19. Empalme de brida con tuerca

También se encuentran versiones duales (para cobre y aluminio). El material de los terminales depende del material del conductor, pudiéndose realizar uniones cobre - cobre, aluminio - aluminio, cobre - aluminio, etc., siendo necesario en este último caso el uso de una unión extra aluminio - cobre para evitar el efecto Seebeck (arandela bimetálica).

- Empalme de cable en T o en derivación simple para conductor cableado

Para realizar una unión de un alambre a otro que corre sin interrupción, se emplea este tipo de empalme. **Ver figura 20**

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.
Ver figura 20
3. Coloque el alambre a derivar en forma perpendicular (en ángulo recto) al alambre corrido (principal). **Ver figura 20**
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. **Ver figura 20**
5. Corte el sobrante y verifique que las espiras no queden encimadas al aislamiento.
Ver figura 20

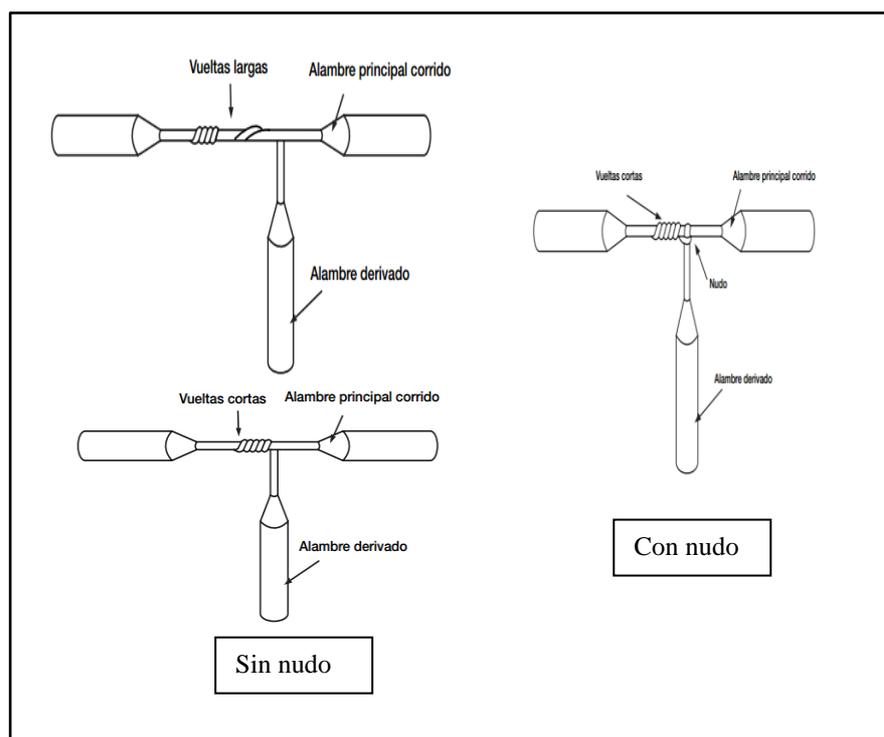


Figura 20. Empalme de brida con tuerca

- **Empalme de conductor cableado 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. **Ver figura 21**

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. **Ver figura 21**
4. Retire aproximadamente de 3 a 5 cm del aislamiento de la punta del cable a unir, límpiense y enderece los alambres. **Ver figura 21**
5. Corte el alambre central del cable que va a unir, a partir de donde comienza el aislamiento. **Ver figura 21**
6. Introduzca los alambres del cable a unir en la abertura del cable corrido y separe en dos partes iguales los alambres. **Ver figura 21**
7. Comience a enrollar una de las partes de los alambres del cable a unir sobre el cable principal en sentido contrario al trenzado. **Ver figura 21**

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.

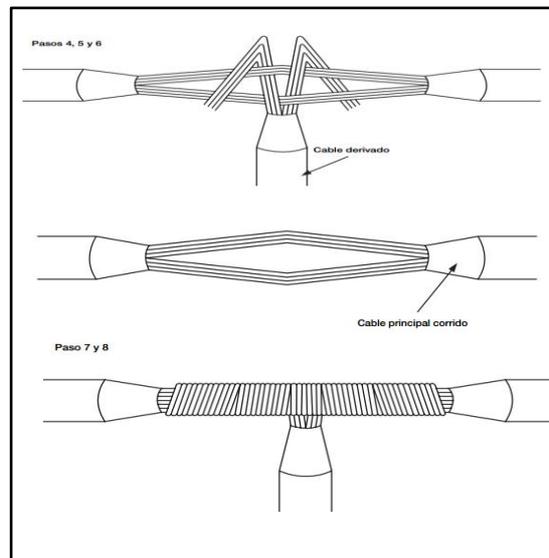


Figura 21. Empalme de brida con tuerca

(WILKIMEDIA FOUNDATION ORG; 2014)

http://es.wikipedia.org/wiki/Empalme_el%25C3%25A9ctrico

D. Materiales

1. Costo mano de obra

Tabla 1. Costos de mano de obra en la instalación realizada

Descripción	Número Puntos	Valor/Punto	Total
Tomacorrientes polarizados a 120V + tierra	24	5,00	120,00
Canalización	12	5,00	60,00
Montaje de Caja térmica	1	30,00	30,00
Acometida	6	5	30,00
Breakers	6	5.00	30,00
Tratamiento de puesta a tierra	9	10.00	90,00
Costo Total			360,00

El costo es de treientos sesenta dólares americanos

2. Costo de material eléctrico y adicional

CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
450	Cable flexible THHN AWG #12	metro	0,70	315,00
90	Cable TTU AWG	metro	1,80	162,00
3	Manguera funda sellada de 1 1/4"	metros	7,00	21,00
1	Caja de paso 20x20x9cm galvanizado	unidad	7,00	7,00
22	Cajetín Dexson blanco para canaleta	unidad	1,700	37,40
9	Varillas cooperweld 5/8 x 1.80 m	unidad	7,200	64,80
9	Conectores para varilla cooperweld	unidad	1,800	16,20
1	Cemento conductivo san earth	unidad	50,00	50,00
1	Cinta autofundente 23 19mmx9,10m	unidad	12,800	12,80
22	Tomacorriente polarizados	unidad	1,500	33,00
1	Panel trifásico 12 espacios	unidad	80,00	80,00
6	Breakers squard 20A 1P	unidad	4,500	27,00
100	Tornillos tripa de pato cabeza avellanad 1"x8	unidad	0,015	1,50
100	Tacos fisher Nro. 6	unidad	0,015	1,50
4	Canaletas Dexson 60x40 CD	unidad	9,00	36,00
30	Canaletas Dexson 40x20 CD	unidad	7,00	210,00
8	Canaletas de piso Dexson	unidad	6,00	48,00
24	Accesorios de canaleta	unidad	2,00	48,00
Total costo de materiales				1171,20

El costo del material eléctrico para la construcción fue de mil ciento setenta y un dólares, con veinte centavos

3. Costo adicional

Nro.	Descripción	Valor Total
1	Transporte	60,00
1	Internet	35,00
1	Impresiones	60,00
1	Material de escritorio	20,00
TOTAL		175,00

4 Costo total de instalación

Nro.	descripción	Valor Total
1	Costo de mano de obra	360,00
1	Costo de material eléctrico	1171,20
TOTAL		1531,20

El costo de la instalación del Laboratorio de computación fue de mil quinientos treinta y un dólares con veinte centavos (\$1531,20).

E. PROCESO METODOLÓGICO EMPLEADO

A continuación se describe el proceso metodológico empleado en la instalación del sistema eléctrico, el cual está basado en los criterios técnicos y prácticos estudiados:

Se solicitó proformas a los diferentes locales comerciales especialistas en venta de material eléctrico, con las cuales se pudo analizar costos y características técnicas, la cual se adquirió el material para la instalación.

Luego se procedió a identificar cada uno de los puntos de conexión, que conforman el sistema eléctrico; así también se procedió a verificar las medidas y el lugar exacto para cada para cada equipo de trabajo y dispositivos que se instalarán en el Laboratorio de Computación, todo esto está de acuerdo al diseño realizado por Mario Andrés García López egresado de la Carrera de Tecnología en Electricidad y Control Industrial.

Se realizó el montaje de las canaletas de acuerdo a las medidas del plano y siguiendo el sentido de los circuitos eléctricos; el corte de las canaletas según medidas necesarias se las ejecutó con sierra de arco y para la sujeción en paredes y piso se usó tacos fisher número 6 con tornillos tipo tripa de pato de 1"x 6, en los lugares incómodos donde no era posible perforar la pared con el taladro para sujetar la canaleta se empleó silicón y en otros casos se utilizó su propio adherente (cinta doble face).

Se procedió al tendido de los conductores eléctricos sobre las canaletas previamente montadas de acuerdo a los circuitos eléctricos; el corte de los conductores eléctricos según la longitud necesaria se realizó con cortafrío, alicates, navaja.

Para derivar los circuitos de tomacorrientes se empalmó dentro de la canaleta, el tipo de empalme utilizado en esta instalación fue cola de rata, derivación y prolongación, se retiró el aislante del conductor una longitud de 20,5 cm para realizar los respectivos empalmes según norma técnica; el punto de inicio de contacto de los conductores a empalmar 3 cm según corresponda, todo este procedimiento se lo hizo con la ayuda de los alicates según el caso; una vez realizado cada uno de los

empalmes de forma segura y precisa se reconstruyó la zona de empalme con cinta aislante 3M formando capas según la recomendación del fabricante, esto para evitar el contacto entre los empalmes realizados en cada uno de los puntos situados en cada cajetín y también minimizar la acción nociva de la temperatura ambiente es preciso señalar en cada de los puntos eléctricos se procedió a dejar el cable, las derivación para cada uno de los tomacorrientes.

Los tomacorrientes se conectaron de acuerdo a los puntos del plano prediseñado; para la instalación se tomó en cuenta la polaridad de los conductores y se sujetaron con tornillos a los respectivos cajetines. Los tomacorrientes se instalaron en puntos fácilmente accesibles a los equipos de cómputo, están ubicados debajo de la parte frontal de los bancos de trabajo y su altura de montaje está comprendida entre 0,80-0,85 m.

Una vez de realizada la instalación de los circuitos eléctricos de fuerza, se procedió al montaje de la caja térmica de distribución en el sitio previamente identificado, donde se utilizó tornillos y tacos fisher número 8 a una altura de 1,8 m.

La construcción de la puesta a tierra se efectuó de acuerdo al plano prediseñado, donde se cavó un hueco de 1m^3 , luego para obtener la resistividad necesaria se hizo un tratamiento de la superficie de puesta a tierra donde se mezcló el cemento conductor con tierra extraída del hueco, luego se enlazó mediante conectores el cable desnudo de cobre, con las varillas o electrodos que previamente fueron clavados en el piso, luego se a conectar la línea principal de la conexión de puesta a tierra de acuerdo al plano prediseñado.

Seguidamente se montó las protecciones termomagnéticas para protección de los circuitos; las protecciones unipolares eléctricas se instalaron para cada uno de los circuitos eléctricos, hay que considerar que la fase es la que se debe proteger.

Para energizar, se instaló la acometida que va desde la caja térmica de distribución hasta el pozo de revisión que se encuentra en la parte posterior de la Biblioteca del Área; mediante el empalme conectores del tipo perno hendido.

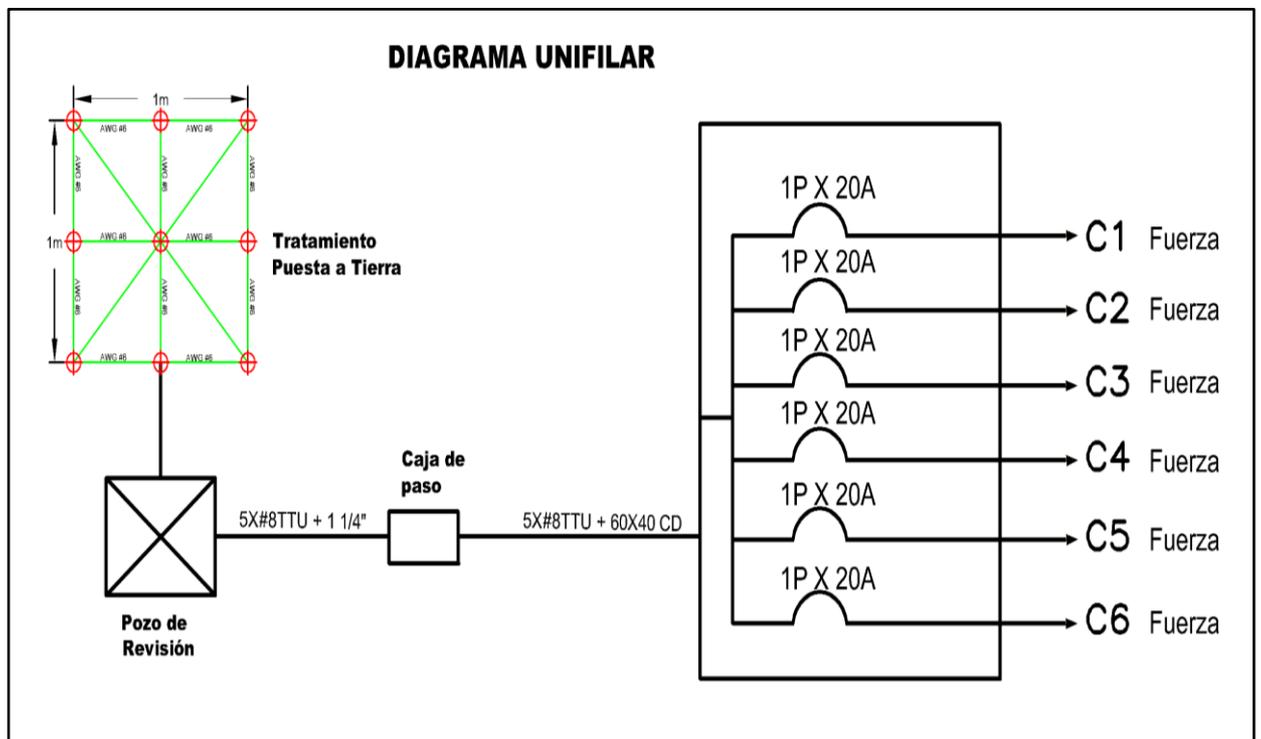
Una vez culminado el proceso de instalación del sistema eléctrico se procedió a comprobar el funcionamiento de todo el sistema, donde se midió los parámetros eléctricos de voltajes, en cada circuito del sistema eléctrico de fuerza.

F. RESULTADOS

1. Cuadro de cargas

Número de circuitos	Carga de Diseño (W)	Factor de Demanda	Demanda Máxima	Tensión (V)	Corriente (A)	Conductor	Ducto Canaleta	Equilibrio de cargas (w)		
								A	B	C
CT1	1200	1	1200	120	10	2x#12AWG-TW+14(T)	40x25 CD	1200	1200	1200
CT2	1200	1	1200	120	10	2x#12AWG-TW+14(T)	40x25 CD			
CT3	1200	1	1200	120	10	2x#12AWG-TW+14(T)	40x25 CD			
CT4	1200	1	1200	120	10	2x#12AWG-TW+14(T)	40x25 CD		1200	1200
CT5	1200	1	1200	120	10	2x#12AWG-TW+14(T)	40x25 CD			
CT6	600	1	600	120	5	2x#12AWG-TW+14(T)	40x25 CD			
TOTAL	6600	1	6600	220	30	4x#8AWG-TTU+8(T)	60x40 CD	2400	2400	1800

2. Esquema de unifilar de conexión



3. Mediciones

VALORES DE TENSIONES EN VOLTIOS (V)									
F1-F2	F1-F3	F2-F3	F1-N	F2-N	F3-N	F1-T	F2-T	F3-T	N-T
214	210	214	118,2	124,5	124,2	118,2	124,6	124,4	0,069

De los valores de las mediciones tomadas se puede decir que el sistema está en condiciones favorables para un trabajo óptimo del Laboratorio de Computación. Como el valor recomendado para puestas a tierra es menor a un voltio para trabajar sin problemas, pero como el valor de nuestra puesta a tierra es 0,069 V y siendo completamente bajo no se tendrá ningún inconveniente porque las corrientes estáticas fluirán hacia el mallado.

G. CONCLUSIONES

Del siguiente proceso de instalación se puede concluir.

- La determinación de las características eléctricas específicas como voltaje, corriente, potencia (kW), frecuencia y polaridad de los equipos informáticos para el centro de cómputo ha permitido desarrollar correctamente el proceso de identificación y ubicación de los puntos de instalación.
- Se realizó la instalación del sistema eléctrico de fuerza para los equipos informáticos del laboratorio de computación, lo cual consistió en el proceso de selección, montaje, instalación y comprobación de los circuitos de fuerza y puesta a tierra.
- Se realizó la conexión de los conductores eléctricos en cada punto de derivación mediante empalmes minimizando la caída de voltaje y elevando la calidad de conducción de la misma.
- De acuerdo a los parámetros eléctricos verificados en los circuitos eléctricos de fuerza y puesta a tierra el sistema eléctrico construido se encuentran dentro de los parámetros admisibles para el buen funcionamiento del sistema eléctrico los cuales fueron de: F1-N 118,2 V, F2-N 124,5 V y F3-N 124V.
- La instalación de las protecciones termomagnéticas para cada uno de los circuitos brindará o protegerá tanto a los circuitos como a los estudiantes contra cortos circuitos.
- La construcción de la puesta a tierra se la ha diseñado para las peores condiciones de terreno, debido que la resistividad del suelo varía de acuerdo al tipo y a las condiciones climáticas.

H. RECOMENDACIONES

- Hay la necesidad de efectuar inspecciones trimestrales a los puntos de conexión del sistema puesta a tierra para verificar un adecuado funcionamiento.

- Es necesario realizar mantenimientos preventivos y correctivos para asegurar máxima eficiencia en sus equipos con el fin que se extienda su vida útil.

- Surge la obligatoriedad de implementar un UPS para todo el sistema que alimenta a los equipos de cómputo ya que las protecciones que posee el sistema eléctrico son para sobrecargas o cortocircuitos y no para dotar de energía permanentemente.

- Para asegurar el correcto flujo de la corriente a través de los conductores eléctricos en sus puntos de derivación se debe realizar empalmes bajo las normas técnicas pertinentes.

- Se debe conectar equipos informáticos acordes a las características de diseño, ya que al conectar equipos de mayor potencia generaría mayor calentamiento en los conductores y accionamiento frecuente de las protecciones.

I. BIBLIOGRAFÍA

Libros:

- Alcalde San Miguel, Pablo. 2004. Electrotecnia. Ed. España, Thomson-Paraninfo S. A.
- MARTÍNEZ DOMÍNGUEZ, FERNANDO. 2003. Instalaciones Eléctricas de Alumbrado e Industriales. 4ª Ed. España, Thomson-Paraninfo S. A., 282p.
- Moreno N. 2004. Instalaciones Eléctricas de Baja Tensión. Ed. Thomson-Paraninfo S.A. España.
- RÁMIREZ VÁZQUEZ, J. Instalaciones Eléctricas I. 234p.
- Toledano Gasca, J.C. 1997. Puesta a Tierra en Edificios y en Instalaciones Eléctricas. Ed. España, Thomson-Paraninfo S. A.
- VAN VALKENBURGH, NOOGER. y NEVILLE, INC.. Electricidad Básica. 6ta Ed. Argentina, Buenos Aires, S. A. Editorial Bell,

INTERNET:

- **INST.ELECTROMECÁNICAS-1.pdf**
<http://www.cicp-ec.com/pdf/4.%20INST.ELECTROMECA%81NICAS-1.pdf>
- **Instalaciones Eléctricas en viviendas**
http://recursostic.educacion.es/secundaria/edad/4esotecnologia/quincena7/unidad_instalaciones_electricas_indice.html
- **Microsoft Word - corriente_alterna.doc - corriente_alterna.pdf**
http://ficus.pntic.mec.es/fmam0047/ttecp/corriente_alterna.pdf
- **ConductoresdeCobreDesnudo.pdf**
<http://www.celsa.com.pe/catalogoporpagina/ConductoresdeCobreDesnudo.pdf>

J. Anexos

Anexo 1 Plano de instalaciones eléctricas

Anexo 2 Secuencia de instalación del sistema eléctrico de fuerza



Figura 22. Verificación e identificación de los puntos de circuito eléctrico de fuerza.

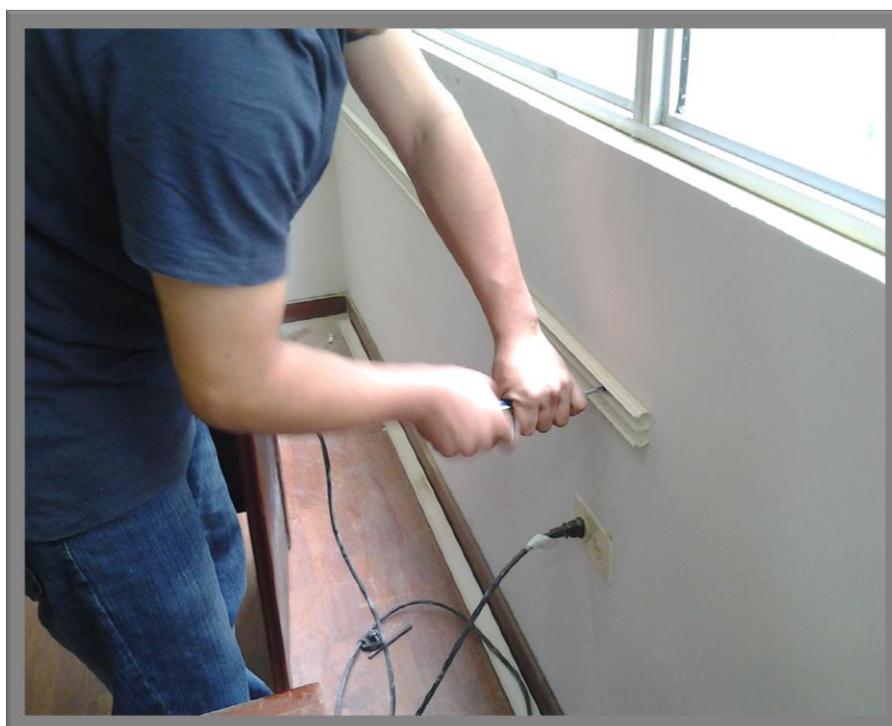


Figura 23. Montaje de canaletas y accesorios adicionales.



Figura 24. Montaje de canaletas y accesorios adicionales.



Figura 25. Tendido de conductores eléctricos.

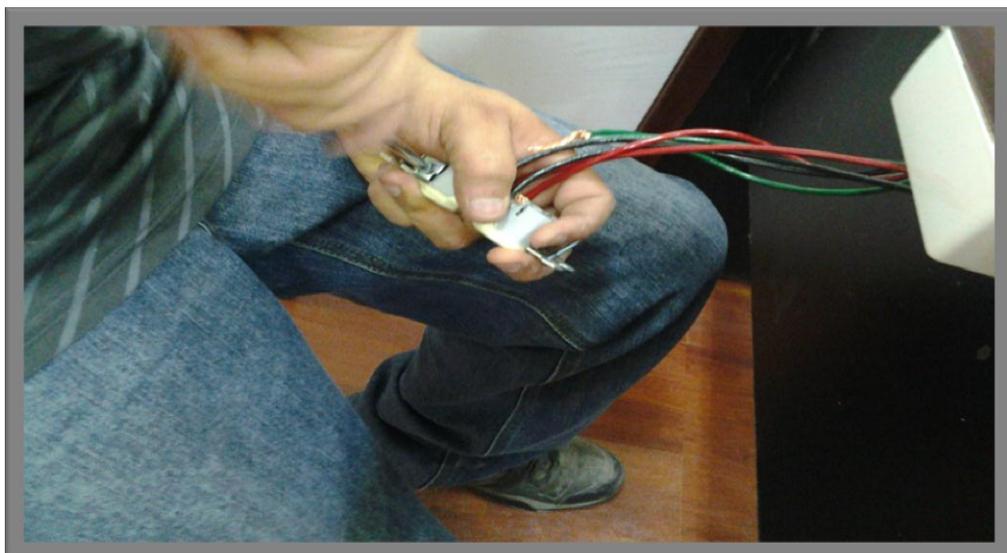


Figura 26. Montaje e Instalación de tomacorrientes.



Figura 27. Montaje de caja térmica de distribución



Figura 28. Montaje e Instalación de puesta a tierra



Figura 29. Montaje e Instalación de puesta a tierra



Figura 30. Montaje e Instalación de puesta a tierra



Figura 31. Mezcla para el tratamiento puesta a tierra



Figura 32. Se enterró los electrodos-varillas cooperweld con la mezcla de cemento conductivo con tierra.

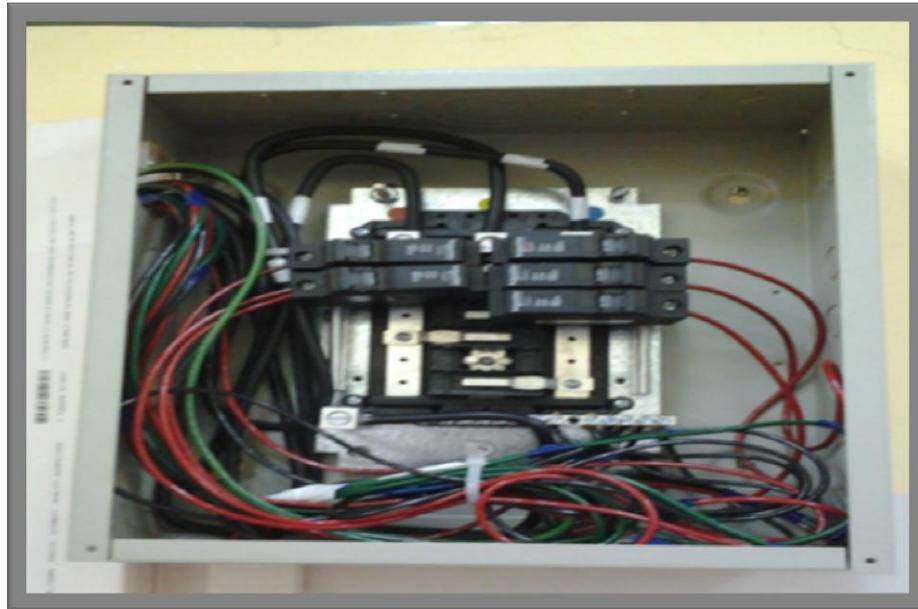


Figura 33. Montaje e instalación de protecciones.

Anexo 3 Tabla de características de conductores

Tabla 1. Características del conductor TTU Electro Cables

CALIBRE AWG ó MCM	SECCION mm ²	FORMACION No. de hilos por diámetro mm.	ESPEJOR AISLAMIENTO mm.	ESPEJOR CHAQUETA mm.	DIAMETRO EXTERIOR mm.	PESO TOTAL Kg/Km	CAPAC. DE CORRIENTE para 1 conductor al aire libre Amp.	CAPAC. DE CORRIENTE para 3 conductores en conduit Amp.	ALTERNAT. DE EMBALAJE.
8	8,37	7 x 1,23	1,14	0,38	6,73	109,0	70	50	B,E,Z
6	13,30	7 x 1,55	1,14	0,76	8,45	170,0	95	65	E,Z
4	21,15	7 x 1,96	1,14	0,76	9,68	301,0	125	85	E,Z
2	33,62	7 x 2,47	1,14	0,76	11,21	376,0	170	115	E,Z
1	42,36	7 x 2,78	1,40	1,14	13,42	461,5	195	130	E,Z
1/0	53,49	19 x 1,89	1,40	1,14	14,53	609,0	230	150	D,E,Z
2/0	67,43	19 x 2,12	1,40	1,14	15,68	747,0	265	175	D,E,Z
3/0	85,01	19 x 2,39	1,40	1,14	17,03	915,0	310	200	D,E,Z
4/0	107,20	19 x 2,68	1,40	1,14	18,48	1132,0	360	230	D,E,Z
250	127,00	37 x 2,09	1,65	1,65	21,23	1390,0	405	255	Z
300	152,00	37 x 2,29	1,65	1,65	22,63	1641,0	445	285	Z
350	177,00	37 x 2,47	1,65	1,65	23,89	1889,0	505	310	Z
400	203,00	37 x 2,64	1,65	1,65	25,08	2137,0	545	335	Z
500	253,00	37 x 2,95	1,65	1,65	27,25	2627,0	620	380	Z
600	304,00	37 x 3,23	2,03	1,65	29,97	3144,0	690	420	Z
650	329,00	37 x 3,37	2,03	1,65	30,95	3409,0	725	440	Z
700	355,00	37 x 3,49	2,03	1,65	31,79	3593,0	755	460	Z

Fuente: Electro Cables.