

NORMAS TÉCNICAS PARA OPTIMIZACION DE INSTALACIONES ELECTRICAS  
EN UN CENTRO DE CÓMPUTO

JHONNY JESÚS BASANTE BASANTE  
ALEJANDRA CHAMORRO IBARRA  
EDUARDO EUDORO ENRÍQUEZ RAMOS

INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA CESMAG  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
PROGRAMA DE TECNOLOGÍA EN SISTEMAS  
SAN JUAN DE PASTO  
2005

NORMAS TÉCNICAS PARA OPTIMIZACION DE INSTALACIONES ELECTRICAS  
EN UN CENTRO DE CÓMPUTO

JHONNY JESÚS BASANTE BASANTE  
ALEJANDRA CHAMORRO IBARRA  
EDUARDO EUDORO ENRÍQUEZ RAMOS

Propuesta para aprobar el Curso de Perfeccionamiento en Mantenimiento de Computadores

Asesor: Ing. Esp. LUIS CARLOS REVELO

INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA CESMAG  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
PROGRAMA DE TECNOLOGÍA EN SISTEMAS  
SAN JUAN DE PASTO  
2005

NOTA DE ACEPTACION

---

---

---

---

Ing. JOSE MARIA MUÑOZ  
Presidente del Jurado

---

Esp. LUIS CARLOS REVELO  
Jurado

---

Esp. OMAR REVELO  
Jurado

## Nota de Exclusión de Responsabilidad Intelectual

El siguiente pensamiento que se expresa en esta obra es de exclusiva responsabilidad de sus autores y no compromete la ideología de la Institución Universitaria CESMAG.

## AGRADECIMIENTOS

Los autores expresan sus agradecimientos a:

Ingeniero Luís Carlos Revelo, por su apoyo incondicional y espíritu de colaboración con los estudiantes

A Dios, por darme la fortaleza y fé necesarias para  
lograr este triunfo.

A mi madre, por su apoyo incondicional y su  
dedicación.

Alejandra Chamorro Ibarra

A mi madre por darme la oportunidad de vivir.  
A mi hermana Nancy por su apoyo incondicional.  
A Dios por darme fuerza para seguir adelante.  
A mi amiga Alejandra por su espíritu de trabajo

Jhonny Jesús Basante Basante

RESUMEN ANALITICO DE ESTUDIO  
(R. A. E.)

Código: 07

Programa: Tecnología en Sistemas.

Fecha: 6 de Septiembre de 2005.

Autores: Jhonny Jesús Basante Basante  
Alejandra Chamorro Ibarra  
Eduardo Eudoro Enríquez Ramos

Asesor: Ing. Esp. Luis Carlos Revelo

Título: NORMAS TECNICAS PARA OPTIMIZACION DE INSTALACIONES ELECTRICAS EN UN CENTRO DE CÓMPUTO

Palabras Claves: Acometida, Acometida Aérea, Alimentador, Canalización, Centro de Cómputo, Circuito Ramal, Clavija, Conductor, Electrodo de Puesta a Tierra, Empalme, Fase, Interruptor, Neutro, Sobrecarga, Seguridad, Temperatura.

Descripción: Informe Final de Investigación en donde los autores pretenden dar a conocer las normas más importantes del reglamento técnico para instalaciones eléctricas en un centro de cómputo, además se aborda en términos más generales la protección de la salud o seguridad humana, de la vida animal, vegetal y del medio ambiente.

Contenido: La investigación abarca los siguientes temas: *Corriente Eléctrica*, se da la definición de este término, *Magnitudes Eléctricas Fundamentales*, se describen las magnitudes eléctricas, *Leyes Eléctricas Fundamentales*, se relacionan las magnitudes fundamentales, *Circuito Eléctrico*, se indican las clases de circuitos tanto en serie como en paralelo, *Conductores Eléctricos*, se muestran los materiales utilizados para la conducción de corriente eléctrica, *Ductos y Canalizaciones*, se describen las clases de ductos como el metálico y el plástico, *Acometida*, se destacan las normas mas importantes de una acometida, *Puesta a Tierra*, se destaca su función mas importante como la protección de las personas y equipos contra posibles contactos con elementos energizados, *Cajas de Distribución*, se destaca las normas básicas del RETIE para cajas de distribución, *Tableros*, se establecen medidas que garantizan la seguridad de las personas, *Interruptores*, muestra las principales características de un interruptor, *Iluminación*, se indican las diferentes clases de lámparas, *Uniones o Empalmes*, se describe como se realiza la unión de dos conductores, *Reguladores de Voltajes*, se da a conocer las principales características del regulador de voltaje, *UPS*, importancia de la UPS en un centro de cómputo, *Daños en el*



*Hardware*, se destacan las principales causas, *Perdidas de energía*, posibles causas de pérdida de energía, *Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas*, orientado a los sistemas de baja tensión hasta alta tensión, establece las exigencias y especificaciones que garanticen la seguridad con base en el buen funcionamiento de las instalaciones, la confiabilidad, calidad y adecuada utilización de los productos y fija los parámetros mínimos de seguridad para las instalaciones eléctricas.

Metodología: Se ha determinado que la metodología a utilizarse es de tipo cuantitativo y exploratorio, debido a que este tema no ha sido lo suficientemente estudiado.

Para el desarrollo adecuado del tema de investigación se pretende realizar las siguientes actividades:

Recolectar información en libros, revistas de la I. U. CESMAG, otras bibliotecas, etc., seguidamente proceder a buscar información en Internet ya que esta es la más actualizada.

Seleccionar la información para analizar e interpretar, teniendo en cuenta que uno de los principales objetivos de esta propuesta es plantear estrategias de prevención a los problemas más frecuentes en la instalación eléctrica de un centro de cómputo.

Realizar observaciones en el centro de cómputo del aula de redes de la I. U. CESMAG, hacer posibles recomendaciones y finalizar planteando varias conclusiones.

Finalmente se realizará una guía teórica sobre las principales normas eléctricas para el buen funcionamiento del centro de cómputo.

Área de Investigación: Seguridad informática.

Línea de Investigación: Mantenimiento

Conclusiones:

- Los reglamentos técnicos se establecen para garantizar seguridad humana y la integridad de los equipos.
- Las malas instalaciones eléctricas pueden producir altos consumos de energía.
- Todas las instalaciones eléctricas de un centro de cómputo deben ser diseñadas, dirigidas y controladas por personal calificado.
- En un centro de cómputo el mantenimiento es un factor importante para minimizar los riesgos eléctricos.
- Todas las instalaciones eléctricas deben adecuarse a las normas y su actualización.

#### Recomendaciones:

- Los operadores de red (empresas responsables de la distribución de energía eléctrica) deben dar a conocer las normas técnicas que adopten para diseño y construcción las cuales en ningún caso podrán ser discriminatorias o contravenir el RETIE.
- En toda instalación eléctrica será obligatorio que las actividades de diseño, dirección, construcción, supervisión, recepción, operación, mantenimiento e inspección sean realizadas por personal calificado como ingenieros electricistas, tecnólogos en electricidad y técnicos electricistas.
- En instalaciones eléctricas en un centro de cómputo esta permitido utilizar únicamente la que se clasifica como baja tensión es decir la corriente alterna cuya tensión nominal sea mayor o igual a 25 V y menor o igual a 1000 V.
- Siempre que haya algún riesgo o peligro debe usarse los símbolos gráficos.
- Conservar las distancias adecuadas ante elementos energizados como es el caso de las líneas de acometida con relación a techos y paredes.
- Toda instalación eléctrica debe disponer de un sistema de puesta a tierra.
- Tener el cuidado de que en toda instalación eléctrica en un centro de cómputo el conductor neutro y el conductor de puesta a tierra deben ir aislados entre sí.
- Revisar cuidadosamente para comprobar que todos los productos utilizados en una instalación eléctrica (cables, bombillos, cinta aislante, tomacorrientes, clavijas, interruptores, elementos de protección, etc.) cumplan con las exigencias establecidas por el RETIE por cuanto la elección de todos los materiales eléctricos y su correspondiente instalación debe hacerse en función de la seguridad de las personas.
- Deben realizarse inspecciones periódicas de las instalaciones eléctricas por lo menos cada dos años.

#### Bibliografía

- INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TÉCNICAS Y CERTIFICACIÓN. Tesis y otros trabajos de grado, Bogotá, 2005.
- I. U. CESMAG. Directrices Generales para los Trabajos de Grado. Tecnología en Sistemas. San Juan de Pasto: CESMAG, 2003.82 p.

- QUIJANO VODNIZA, Armando José. Mecanismo e instrumentos para la planificación, seguimiento y evaluación de los proyectos de investigación. San Juan de Pasto: CESMAG, 2001.129 p.
- RAMÍREZ CASTAÑO, Samuel. Redes de Subtransmisión y Distribución de Energía, Universidad Nacional de Colombia, Manizales, Marzo de 1995.

Anexos: Se presentan dos anexos, un CD que contiene las normas técnicas para instalaciones eléctricas, y un manual diseñado en Publisher.

## CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN	
1. EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	15
1.1 TEMA DE INVESTIGACIÓN .....	15
1.2 AREA DE INVESTIGACIÓN.....	15
1.3 LINEA DE INVESTIGACIÓN.....	15
1.4 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	15
1.4.1 Descripción .....	15
1.4.2 Formulación .....	15
1.5 JUSTIFICACION .....	15
1.6 OBJETIVOS .....	16
1.6.1 Objetivo General .....	16
1.6.2 Objetivos Específicos.....	16
2. MARCO TEORICO.....	17
3. METODOLOGÍA .....	44
4. RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN .....	45
5. CONCLUSIONES .....	47
6. RECOMENDACIONES.....	48
BIBLIOGRAFÍA	
ANEXOS	

## LISTAS ESPECIALES

	Pág.
Tabla 1. Carga de diseño para diferente equipos eléctricos.....	20
Tabla 2. Calibre de conductores.....	23
Tabla 3. Capacidad de conducción de corriente en los conductores.....	24
Tabla 4. Número máximo de conductores que pueden introducirse en los ductos.....	25
Tabla 5. Diámetro y sección interna de los ductos.....	26
Tabla 6. Conductores más aislamientos.....	26
Tabla 7. Ductos para acometidas.....	26
Tabla 8. Resistencia (r) en $\Omega/\text{Km}$ a $20^{\circ}\text{C}$ .....	28
Tabla 9. Capacidad de corriente de acuerdo al tomacorriente.....	42

## INTRODUCCIÓN

Para que estudiar la electricidad?. Trate de imaginar lo que sería vivir ahora sin usar la electricidad, no tendría luz eléctrica, no habría electricistas ni ingenieros. La electricidad ha hecho que la vida no solo sea más fácil, sino también más interesante.

Debido a que la electricidad ha tenido un gran impacto en la vida cotidiana, es necesario conocer algo a cerca de sus usos, peligros, normas y potencial para el futuro.

Dentro de las áreas de los sistemas, la electricidad y sus múltiples aplicaciones, se requieren elementos que faciliten el desarrollo de su actividad y que presten un servicio óptimo dentro del cumplimiento de las necesidades de los usuarios, necesidades que crecen simultáneamente con los avances que se dan dentro de estas áreas.

Desde finales del siglo pasado, los principales países industrializados se han preocupado por establecer una serie de normas de seguridad eléctrica con el fin de proteger, básicamente a las personas y de paso sus bienes, de los peligros que involucra el uso de la electricidad, a pesar de esto se estima que más del 95% de las instalaciones eléctricas de computadores en Colombia violan el RETIE (Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas) debido a la falta de divulgación, la dificultad de conseguirlo, el alto precio, la mala traducción o la complejidad de algunas de las normas y, principalmente, el hecho de que hasta ahora nadie lo haya hecho cumplir.

Debido a que la mayoría de los equipos eléctricos y electrónicos, entre ellos los computadores han sido diseñados para poder conectarse directamente en cualquier oficina o residencia, se debe exigir el cumplimiento de estrictas normas de seguridad para las instalaciones eléctricas.

Teniendo en cuenta lo anterior se ha optado por realizar este proyecto de investigación sobre adecuación de instalaciones eléctricas en centros de cómputo, para lograr de esta manera optimizar los recursos a utilizar en los mismos.

## 1. EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

### 1.1 TEMA DE INVESTIGACIÓN

Normas del Código Eléctrico Colombiano para aplicaciones en un centro de cómputo.

### 1.2 AREA DE INVESTIGACIÓN

Seguridad informática.

### 1.3 LINEA DE INVESTIGACIÓN

Mantenimiento.

### 1.4 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.4.1 Descripción. La utilización en centros de cómputo de la energía eléctrica ha incrementado la posibilidad de accidentes por contacto con elementos energizados.

El efecto fisiopatológico por el paso de la corriente eléctrica alterna a través del cuerpo humano se manifiesta en forma variada: sensaciones leves en los dedos, rigidez muscular suave, dolor en brazos y piernas, quemaduras, paro respiratorio, fibrilación ventricular y paro cardíaco.

Además se presentan otros problemas debido a las instalaciones eléctricas, entre ellos las pérdidas de energía, situación que afecta gravemente la economía de las empresas, dichas pérdidas se ven reflejadas en la alta facturación de CEDENAR a los usuarios del servicio.

Otro de los problemas más frecuentes para quienes trabajan con sistemas informáticos son los daños en hardware y software, debido a sobrecargas de energía, malos empalmes, conductores en mal estado, etc. Dichas fallas eléctricas, además, pueden ocasionar daños físicos tanto al personal técnico como a los usuarios del centro de cómputo, lo que se constituye en uno de los problemas de mayor importancia

Teniendo en cuenta lo anterior es necesario realizar una guía para dar a conocer las principales normas eléctricas utilizadas en la creación de un adecuado centro de cómputo.

1.4.2 Formulación. ¿Las instalaciones eléctricas de un centro de cómputo al no seguir las normas del RETIE, pueden causar pérdidas de energía, información y daños en el Hardware?

### 1.5 JUSTIFICACION

Al realizar un estudio sobre adecuación de instalaciones eléctricas, se espera adquirir sólidos conocimientos en uno de los problemas que más afecta el manejo adecuado de un centro de cómputo.

Resulta de gran interés tanto para el grupo de trabajo, como para quienes se relacionan con esta área, tener la información necesaria que permita el buen manejo de los recursos en una instalación eléctrica.

Teniendo en cuenta que muchas veces las instalaciones eléctricas de un centro de cómputo no se encuentran en óptimas condiciones, debido a que no existe suficiente conocimiento en el ámbito empresarial y en el ámbito académico, se busca dar a conocer la información necesaria para procurar obtener el mejor rendimiento de los equipos tanto en Software como en Hardware.

## 1.6 OBJETIVOS

1.6.1 Objetivo General. Establecer los parámetros y características necesarias para implantar un sistema eléctrico en un centro de cómputo.

1.6.2 Objetivos Específicos.

- Recolectar información sobre instalaciones eléctricas.
- Analizar la información recolectada.
- Determinar los problemas más frecuentes en las instalaciones eléctricas de un centro de cómputo.
- Establecer estrategias para prevenir las pérdidas de energía.
- Proponer soluciones a falencias encontradas, resaltando de igual forma los beneficios a obtener.
- Proponer recomendaciones para proteger los equipos en un centro de cómputo.
- Realizar una guía de las principales normas y componentes que se utilizan en la creación de un centro de cómputo.
- Presentar Informe Final.



## 2. MARCO TEORICO

### CORRIENTE ELECTRICA

Todos los elementos de la naturaleza están compuestos de átomos y una de las partículas principales de todos los átomos son los electrones, los cuales se pueden desplazar de un átomo a otro, incluso entre materiales diferentes, formando corrientes eléctricas. Se puede decir que la corriente eléctrica es transmisión de energía, y se desplaza aproximadamente a 300.000 Km/s, debe existir necesariamente un circuito que permita el flujo constante de electrones.

### MAGNITUDES ELECTRICAS FUNDAMENTALES

a. Intensidad. Conocida también como amperaje o simplemente corriente, es la cantidad de electrones que circula por un conductor en unidad de tiempo.

- Amperio(A).

Es la unidad de medida de la intensidad de corriente, equivalente a  $6.28 \times 10^{18}$  electrones en un segundo, a través de un conductor.

Cuando se tiene corrientes más pequeñas se emplean los submúltiplos:

- Miliamperio (mA): Equivale a la milésima parte del amperio.  
 $\text{mA} = 0.001 \text{ A} = 10^{-3} \text{ A}$
- Microamperio: (uA): Equivale a la millonésima parte de un amperio.  
 $\text{uA} = 0.000001 \text{ A} = 10^{-6} \text{ A}$

Medición de la corriente eléctrica.

Para poder medir la corriente hay que tener en cuenta lo siguiente:

- Se necesita tener un circuito cerrado por donde circule la corriente.
- La medición se realiza con el amperímetro, multímetro o la pinza amperométrica.
- Se conecta en serie, por lo cual se corta o interrumpe solamente uno de los conductores que va de la fuente a la carga conectando los extremos obtenidos al amperímetro o al multímetro.
- Si se va a medir corriente alterna no es necesario tener en cuenta su polaridad.
- Cuando se use la pinza amperométrica, instrumento especialmente diseñado para medir corriente alterna no es necesario interrumpir el circuito, sino que simplemente se abre la pinza para poder introducir el conductor.
- Se debe medir la corriente en un solo conductor a la vez.

b. Tensión. Conocida también como fuerza electromotriz, característica esencial de una fuente de energía que permite hacer circular una corriente por un circuito. También se dice que es la diferencia de potencial entre dos conductores o dos puntos de un circuito, su unidad de medida es el voltio.

- Voltio(V).

Es la diferencia de potencial eléctrico que existe entre dos puntos de un circuito.

Tensión de Línea o tensión compuesta(EL): Es la diferencia de potencial que hay entre dos conductores de línea, es decir que se da entre dos fases.

Tensión de fase o tensión simple(EF): Es la diferencia de potencial que hay entre un conductor de línea o fase y el neutro.

Medición de la tensión.

Para poder medir la tensión de un circuito se debe tener en cuenta lo siguiente:

- La medición se realiza con el voltímetro o el multímetro, conectado en paralelo.
- La tensión se mide fundamentalmente en la fuente, por lo cual no es necesario tener un circuito. Cuando se tenga este, además de medir la tensión de la fuente, es posible medir la tensión que llega a cada una de las cargas del circuito.

c. Resistencia. Es la oposición o dificultad que ofrece un conductor al paso de la corriente. La unidad que se emplea para medir esta magnitud es el ohmio.

- Ohmio.

Es la resistencia que ofrece una columna de mercurio de 106.3 cm de longitud y 1 mm de sección al paso de la corriente.

Con esta unidad sucede lo contrario que con el amperio y el voltio, ya que por ser muy pequeña, es muy común el uso de unidades más grandes llamadas múltiplos.

- Kiloohmio: Equivale a 1000 ohmios.
- Megohmio: Equivale a un millón de ohmios.

Medición de la resistencia.

- La medición se realiza con un instrumento llamado ohmetro o un multímetro.
- Antes de conectar el ohmetro es necesario desenergizar completamente el circuito de toda tensión exterior, porque el ohmetro tiene una fuente interna que entrega la tensión

- necesaria.
- El ohmetro se conecta en paralelo con el elemento cuya resistencia se quiere medir y en ningún caso interesa la polaridad.
  - Una variedad del ohmetro, empleado en instalaciones eléctricas en centros de cómputo es el megger o megohmetro, que sirve para determinar si el aislamiento de los conductores entre sí, o con la tierra, es el correcto y evitar de esta manera posibles fugas de corriente, daños y accidentes posteriores.

Factores que afectan la resistencia de un conductor.

Longitud del conductor (L): La resistencia y la longitud del conductor son directamente proporcionales, es decir que cuanto más largo sea el conductor presentara mayor oposición al paso de la corriente.

Sección del Conductor (S): La resistencia y la sección, grosor o calibre del conductor son inversamente proporcionales, es decir que cuanto más grueso sea el conductor, presentara menor oposición al paso de la corriente.

Temperatura: Normalmente con el incremento de la temperatura aumenta la resistencia de los conductores. Sin embargo se encuentra materiales en los cuales, al aumentar la temperatura disminuye la resistencia. Es decir que, para algunos materiales, la resistencia y la temperatura son directamente proporcionales, y para otros materiales son inversamente proporcionales.

d. Potencia eléctrica. Es el trabajo eléctrico que se realiza en una unidad de tiempo. La unidad que se utiliza para medir esta magnitud es el Vatio o Watt.

- Vatio ó Watt.

Es el trabajo realizado cuando fluye un amperio, con una diferencia de potencial de un voltio. En instalaciones eléctricas de un centro de un centro de cómputo normalmente no se emplean múltiplos, ni submúltiplos de esta unidad.

Potencia disipada o perdida de potencia.

No siempre el trabajo en un circuito es útil. Hay casos en los cuales el trabajo se pierde dando origen a lo que se conoce como potencia perdida o disipada.

## LEYES ELÉCTRICAS FUNDAMENTALES

### ➤ Ley de ohm

Para que haya corriente en un circuito es necesario que exista una diferencia de potencial entre los conductores, quienes a su vez presentaran mayor o menor resistencia al paso de los electrones.

Es decir que las tres magnitudes fundamentales (tensión, intensidad y resistencia) están íntimamente relacionadas entre sí.

Esta ley se expresa de la siguiente manera:

La intensidad es directamente proporcional a la tensión e inversamente proporcional a la resistencia.

$$I = E/R$$

$$E = I * R$$

$$R = E/I$$

➤ Ley de watt

Expresa la relación existente entre la potencia, la intensidad y la tensión y se enuncia de la siguiente manera:

La potencia es directamente proporcional a la intensidad y a la tensión.

Esta ley se expresa matemáticamente de la siguiente manera:

$$P = I * E$$

$$E=P/I$$

$$I = P/E$$

Tabla 1. Carga de diseño para diferente equipos eléctricos.

Salida	Carga en Vatios
CPU	230
Impresora	15
Adaptador de Corriente	15
Monitor	75
Parlantes	27
Televisor	150
Video Beam	600
Tomacorriente	100
Tomacorriente Doble	150
Ventilador	100

## CIRCUITO ELÉCTRICO

Es el recorrido o trayectoria que sigue la corriente eléctrica desde que sale de la fuente hasta que retorna a ella, pasando por una o más cargas a través de unos conductores.

a. Circuito en serie. Circuito en el cual la corriente solo tiene una trayectoria a través de dos o más cargas.

En instalaciones eléctricas de centros de cómputo nunca se emplea este tipo de circuito, porque la tensión que entrega la fuente debe alimentarlo todo y por consiguiente también todas y cada una de las cargas. Al tener la corriente una sola trayectoria se produce sucesivas caídas de voltaje a través de las diferentes cargas, de tal manera que se tendrá un voltaje parcial en cada una de ellas.

b. Circuito paralelo. Circuito en el cual la corriente tiene la posibilidad de seguir dos o más recorridos, a través de dos o más cargas.

En instalaciones de centro de cómputo, este es el circuito que más se usa.

## CONDUCTORES ELÉCTRICOS

Materiales en forma de alambre y/o cable a través del cual se desplaza fácilmente la corriente eléctrica, normalmente son de cobre y deben tener baja resistencia eléctrica, ser mecánicamente fuertes y flexibles, llevar un aislamiento acorde al uso que se les va a dar.

Clases de conductores. En las instalaciones eléctricas de centros de cómputo, normalmente se usan los siguientes tipos de conductores:

- Alambre: hilo filamento de metal, trefilado o laminado, para conducir corriente eléctrica. Normalmente son de cobre.
- Cable: conjunto de alambre sin aislamientos entre sí y entorchado en capas concéntricas. Se emplea cuando se requiere mucho más flexible que el alambre.
- Cable paralelo o duplex: esta conformado por dos cables los cuales se encuentran unidos o pegados únicamente por sus aislamientos. Se usan mucho para conectar electrodomésticos y lámparas.
- Encauchetado: cuando dos o más alambres o cables independientes vienen dentro de otro aislados común.
- Coaxial: cables especialmente fabricados para conectar las antenas de los televisores.
- Telefónico: conductores que se emplean para líneas telefónicas. Tienen mucha similitud con los conductores encauchetados, diferenciándose de estos por el calibre,

pues son alambres muy delgados (AWG 22) y van retorcidos por pares. Se encuentran de un par, dos pares, tres pares, etc.

- Cable polarizado: son usados para conectar los parlantes a un equipo de sonido. Es similar al cable paralelo o duplex, normalmente son de calibre 22 y uno de los dos cables lleva alguna identificación, por ejemplo una línea roja a lo largo de todo el conductor.

Características sobresalientes que deben tener los conductores. Los alambres y cables que se usan en las instalaciones de centros de cómputo deben ser rotulados, el cual se hace en alto relieve o impreso con tinta indeleble. También se acepta en bajorrelieve siempre y cuando no se reduzca el espesor del aislamiento por debajo del mínimo establecido en el RETIE.

Información que debe consignarse en el rotulado.

- Calibre del conductor en AWG o mm cuadrado.
- Material de que esta hecho el conductor.
- Tensión nominal: 300 voltios, 600 voltios.
- Nombre del fabricante.
- Tipo de conductor (alambre – cable).

Clasificación. Según el RETIE se clasifican por clases:

- Clase A: utilizado para conductores a ser recubiertos con materiales impermeables, retardantes al calor y para conductores desnudos, donde se requiere mayor flexibilidad.
- Clase AA: utilizado para conductores desnudos normalmente utilizados en líneas aéreas.
- Clase B: utilizado para conductores que van a ser aislados con materiales tales como cauchos, papel, telas barnizadas y para conductores en los indicados en la clase A.
- Clase C y D: para conductores donde se requiere mayor flexibilidad de la proporcionada por la clase B.

Aislamientos. Los tipos de aislamiento a los que hace alusión el RETIE son:

- TW: resistente a la humedad.
- THW: resistente al calor (75° C) y a la humedad.
- THHN: resistente al calor (90° C).

Código de colores. Con el objeto de evitar accidentes, por la mala interpretación de los niveles de tensión y unificar los criterios para instalaciones eléctricas, es necesario cumplir con el código de colores que debe tener el aislamiento del conductor de acuerdo con el RETIE y la norma NTC 2050 de Icontec.

- El neutro (puesto a tierra): los conductores que se usan como neutro deben llevar un color de aislamiento blanco o gris natural.
- Fases (conductores activas o líneas vivas): para el aislamiento de estos conductores es necesario tener en cuenta las siguientes situaciones:
  - a. Sistema monobásico 120 voltios: negro.
  - b. Sistema trifásicos tetrafilas 208 / 120 voltios: amarillo, azul y rojo.
  - c. Puesta a tierra: el conductor de puesta a tierra y el conductor de puesta a tierra de los equipos de un circuito ramal se deben identificar con un color verde. En lugar de un conductor aislado, con las características señaladas puede emplearse un conductor desnudo.

Calibre o sección. De acuerdo a la AWG el calibre de los conductores se identifican mediante un número: Los números más altos hacen referencia a los calibres más delgados y los números más bajos a calibres más gruesos, como pueden apreciarse en la siguiente tabla.

Tabla 2. Calibre de conductores.

Nº AWG	Diámetro mm	Sección en mm <sup>2</sup>	Espesor promedio del aislamiento		R a 20°C en Ω/Km
			TW-THW en mm	THHM en mm	
24	0.50	0.20			84.10
22	0.64	0.32			53.20
20	0.81	0.52			33.30
18	1.02	0.82			21.00
16	1.29	1.31			13.20
14	1.63	2.08	0.76	0.38	8.29
12	2.05	3.31	0.76	0.38	5.21
10	2.59	5.26	0.76	0.51	3.28
8	3.26	8.37	1.14	0.76	2.06
6	4.11	13.30	1.52	0.76	1.32
4	5.19	21.15	1.52	1.02	0.83
3	5.83	26.70	1.52	1.02	0.66
2	6.54	33.63	1.52	1.02	0.522
1	7.33	42.41	2.03	1.27	0.417
1/0	8.25	53.51	2.03	1.27	0.328
2/0	9.27	67.44	2.03	1.27	0.261
3/0	10.40	85.03	2.03	1.27	0.207
4/0	11.68	107.22	2.03	1.27	0.164

En la tabla anterior se puede apreciar:

- Los conductores hasta el N° 10 son alambres y del N° 6 en adelante corresponden a cable. El conductor N° 8 puede ser alambre o cable.
- El diámetro y la sección del conductor esta dado sin tomar en cuenta el aislamiento, es decir como conductor desnudo.
- El espesor del aislamiento es el valor promedio que indica el RETIE.

Corriente que pueden conducir. La cantidad de corriente que se puede pasar por un conductor depende principalmente del calibre que este tenga. Sin embargo existen otros aspectos como la temperatura y la humedad.

Tabla 3. Capacidad de conducción de corriente en los conductores.

CAPACIDAD DE CONDUCCIÓN DE CORRIENTE EN LOS CONDUCTORES DE COBRE AISLADO EXPRESADA EN AMPERIOS Y DE 0 A 2.000 VOLTIOS						
CALIBRE AWG	POR PRODUCTO			AL AIRE LIBRE		
	TW	THW	THHW	TW	THW	THHW
14	20	20	25	25	30	35
12	25	25	30	30	35	40
10	30	35	40	40	50	55
8	40	50	55	60	70	80
6	55	65	75	80	95	105
4	70	85	95	105	125	140
3	85	100	110	120	145	165
2	95	115	130	140	170	190
1	110	130	150	165	195	220
1/0	125	150	170	195	230	260
2/0	145	175	195	225	265	300
3/0	165	200	225	260	310	350
4/0	195	230	260	300	360	405

#### DUCTOS Y CANALIZACIONES

Canalización: es el sistema diseñado y empleado para contener los conductores, mediante la utilización de ductos o tuberías.

Ducto o tubería: cuerpo cilíndrico y cerrado diseñado especialmente para que pasen por su interior los conductores.

Ductos metálicos. Más conocidos simplemente como tubos conduit. En las instalaciones eléctricas de un centro de cómputo su uso es cada vez más restringido, limitándose a casos en los cuales existe la posibilidad de daños mecánicos, o cuando este expresamente indicado.

En general los tubos metálicos tienen mayor resistencia mecánica a los golpes, conductividad eléctrica y resistencia eléctrica.



Características de ductos metálicos:

- Deben ser de acero galvanizados, los extremos de los tubos deben estar debidamente enroscados, sin rebabas o filos que pueden dañar el aislamiento de los conductores.
- La unión entre tubos y con las cajas debe hacerse con las correspondientes uniones, terminales y contratuercas.
- Cuando se requieran curvas, es necesarios utilizar codos estandarizados.

Ductos no metálicos. Conocidos simplemente como tubos PVC, son tubos elaborados en material no metálicos a base de cloruro de polivinilo. Deben ser de color verde.

Características de ductos no metálicos:

- Peso liviano, más o menos seis veces inferior al peso de ducto metálico.
- Fácil instalación.
- Resistente a la corrosión.
- Resistente al impacto.
- Resistente al fuego.
- Fácil alambrado.
- Son económicos.

De acuerdo al RETIE, los ductos no metálicos si se instalan en pisos hay que ubicarlos a 45 centímetros de profundidad, protegidos por una placa de concreto de 5 centímetros de espesor, deben ir incrustados o empotrados, teniendo la precaución de que un tramo entre caja y caja nunca tenga más de 3 codos de 90°. Los ductos nunca deben tener los diámetros inferiores a 1/2".

Número máximo de conductores que pueden introducirse en los ductos.

El diámetro interno de los tubos tiene que estar de acuerdo con el número de conductores que se introducirán en ellos, así:

Tabla 4. Número máximo de conductores que pueden introducirse en los ductos.

NÚMERO MÁXIMO DE CONDUCTORES THW EN TUBOS PVC SCHEDULE 80								
CALIBRE AWG	DIÁMETRO DEL TUBO O DUCTO							
	1/2"	3/4"	1"	1 1/4"	1 1/2"	2"	2 1/2"	3"
14	4	8	13	23	32	55	79	123
12	3	6	10	19	26	44	63	99
10	2	5	8	15	20	34	49	77
8	1	3	5	9	12	20	29	46
6	1	1	3	7	9	16	22	35
4	1	1	3	5	7	12	17	26
3		1	2	4	4	10	14	22

2		1	1	3	3	8	12	19
1		1	1	2	2	6	8	13
1/0		1	1	1	1	5	7	11
2/0		1	1	1	1	4	6	10
3/0			1	1	1	3	5	8
4/0				1	1	3	4	7

Tabla 5. Diámetro y sección interna de los ductos.

DUCTOS		
DIÁMETRO NOMINAL EN PULGADAS	DIÁMETRO INTERNO EN mm	ÁREA INTERIOR EN mm <sup>2</sup>
½"	18	254
¾"	23	415
1"	30	707
1 ¼"	38	1133
1 ½"	44	1519
2"	55	2374
3"	82	5278

Tabla 6. Conductores más aislamientos.

CONDUCTORES MÁS AISLAMIENTO		
Nº AWG	DIÁMETRO EN mm	SECCIÓN EN mm <sup>2</sup>
14	3.15	7.8
12	3.57	10.8
10	4.11	13.3
8	5.54	24.1
6	7.15	40.2
4	8.23	53.2
2	9.58	72.0
1/0	12.31	119
2/0	13.33	140

Tabla 7. Ductos para acometidas.

DUCTOS PARA ACOMETIDAS				
CONDUTORES			DIÁMETRO NOMINAL	% DE ÁREA DE OCUPACIÓN
FASES	NEUTRO	TIERRA		
8	8	10	¾"	16.2
3 * 8	10	10	1"	17.0
3 * 6	8	10	1 ¼"	15.7
3 * 4	6	8	1 ¼"	21.5

3 * 2	4	8	1 1/2"	22.1
-------	---	---	--------	------

### ACOMETIDA

Parte de la instalación eléctrica que va desde la red local de distribución hasta el contador eléctrico.

En las acometidas generales no se permiten derivaciones, ni ningún tipo de cajas de empalme, debiéndose instalar de tal manera que no sea posible realizar conexiones antes del contador.

Acometida aérea. Los conductores aéreos de acometida que van desde el último poste o soporte aéreo, incluidos los conectores de derivación si los hay hasta los conductores de entrada de acometida.

Las normas más importantes a destacar son:

- El punto de fijación de la acometida no debe ser inferior a 3.5 metros sobre la acera y 5.5 metros sobre las calzadas y carreteras.
- La fijación de los conductores debe hacerse sobre herrajes o accesorios especialmente contruidos para este fin.
- El calibre de los conductores de fase se calculan de acuerdo a la carga instalada, pero en ningún caso debe ser inferior al número 8 AWG.
- Para el conductor neutro debe tenerse en cuenta.

- a) Si la acometida es monofásica debe ser igual al calibre de la fase.
- b) En sistema trifásico debe estar capacitado para soportar mínimo el 50% de la intensidad de las fases.

- Los conductores de acometida aérea deben canalizarse entre el soporte y el contador.
- La caída de tensión no debe ser mayor del 3% y del 5%, de lo contrario es necesario utilizar un conductor de mayor calibre.
- Los conductores deben quedar mínimo a 1.5 metros de ventanas, puertas y balcones.

Acometida subterránea. Son los conductores subterráneos de la acometida desde la red de la calle, incluidos los tramos desde un poste o cualquier otra estructura o de los transformadores.

Normas para acometidas subterráneas:

- En las acometidas subterráneas las cajas de inspección deben estar fuera del predio del usuario.
- La longitud máxima de la acometida debe ser de 25 a 30 metros.

- Los conductores subterráneos deben tener el aislamiento adecuado, y estar protegidos por canalizaciones contra daños mecánicos, además de estar a una profundidad no menor de 45 centímetros.

Caída de tensión en una acometida. Es la disminución de la diferencia de potencial a lo largo de un conductor, con la resistencia que tiene. Como norma la caída de tensión no debe superar el 3%.

La caída de tensión se obtiene de la siguiente forma:

$$\Delta E = R * I, \text{ pero } R = rL / 1.000 \text{ metros}$$

donde:

$r$  = coeficiente de la resistencia de un conductor de cobre para un kilómetro.

$L$  = longitud del conductor.

Tabla 8. Resistencia ( $r$ ) en  $\Omega/\text{Km}$  a  $20^\circ\text{C}$ .

Resistencia ( $r$ ) en $\Omega/\text{Km}$ a $20^\circ\text{C}$			
calibre	Coficiente	calibre	Coficiente
12	5.2110	2	0.5127
10	3.2770	1	0.4066
8	2.0610	1/0	0.3224
6	1.2960	2/0	0.2557
4	0.8152	3/0	0.2028
3	0.6465	4/0	0.1608

Ejemplo:

Se requiere que una carga de 1200 vatios le lleguen mínimo 117 voltios para que funcione correctamente. Si el punto más cercano, donde puede conectarse el equipo, se encuentra a 50 metros y la tensión en ese punto es de 120 voltios, ¿cuál es el calibre mínimo que debe tener un conductor?

$$\Delta E \text{ máxima} = 120 \text{ v} - 117 \text{ v} = 3 \text{ v}$$

en primer lugar averiguamos la intensidad:

$$I = P/E$$

$$I = 1200 \text{ W} / 120 \text{ V}$$

$$I = 10 \text{ A}$$

Entonces calculamos la resistencia:

$$r = \Delta E * 1.000 \text{ metros} / I * L$$

$$r = 3 \text{ V} * 1.000 \text{ M} / 10 \text{ A} * 100 \text{ M}$$

$$r = 3\Omega$$

El calibre del conductor correspondiente al coeficiente de la resistencia hallada de  $3\Omega$  (en la tabla anterior el valor más cercano por debajo es 2.0610), es el número 8 AWG.

#### PUESTA A TIERRA

Tierra: para sistemas eléctricos, es una expresión que generaliza todo lo referente a conexiones con tierra. Se asocia a suelo, terreno, tierra, masa, chasis, carcasa, armazón, estructura o tubería de agua.

El suelo en estado normal es un mal conductor de electricidad y totalmente seco se comporta como material semiconductor o un aislante.

La resistividad del suelo disminuye a medida que aumenta la humedad del mismo, el cual posibilita los procesos electrolíticos necesarios para dispersar la carga eléctrica que es absorbida por la tierra, por lo cual, para que una puesta a tierra sea efectiva debe haber cierto grado de humedad.

Los elementos que se utilizan en una puesta a tierra y que ofrecen mayor protección y seguridad son: limadura de cobre, chatarra, sal, carbón, varilla coper well, tubo PVC y tierra negra.

Para que sirve?

La función más importante de la puesta a tierra es la protección de las personas y equipos contra posibles contactos indirectos, con elementos que estén energizados.

Requisitos que debe cumplir:

- La puesta a tierra debe hacerse usando como electrodos varillas de cobre, conocidos comúnmente como varillas COPPERWELL.
- El fabricante de electrodos de puesta a tierra, debe garantizar que la resistencia a la corrosión es mínima de 15 años a partir de su instalación.
- El electrodo debe tener por lo menos 2.4 metros de longitud y 12.7 mm de diámetro, y estar identificado con el nombre del fabricante dentro de los 30 cm de a parte superior.
- Los electrodos deben quedar enterrados en su totalidad para poder tener humedad permanente. Cuando no existe humedad natural, debe crearse una humedad artificial que garantice permanentemente la puesta a tierra.

- Cuando se encuentra fondo rocoso a menos de 1.2 metros, el electrodo debe enterrarse en una zanja horizontal, mínimo a 75 cm de profundidad.
- El punto de unión entre el conductor y el electrodo debe ser fácilmente accesible y estar hecho con soldadura exotérmica o un conector de tipo mecánico certificado para este uso, de manera que la puesta a tierra sea permanente y por ningún motivo se interrumpa.
- La parte superior del electrodo enterrado debe quedar mínimo a 15 cm de la superficie.
- Los conductores de sistema de puesta a tierra deben ser continuos, sin interruptores o medios de desconexión, y cuando se empalmen, estas uniones deben estar certificadas.
- El conductor de puesta a tierra de equipos debe acompañar los conductores activos durante todo su recorrido y por la misma canalización.
- La corriente máxima admisible en los conductores de los sistemas de puesta a tierra, en condiciones de operación normal, no debe sobrepasar los siguientes valores:
  - a. 0.5 A si el circuito ramal es exclusivo para cargas electrónicas y es atendido por personas calificadas.
  - b. 22 mA si el circuito ramal no tiene cargas electrónicas.
- Estos valores deben entenderse como asociados a corrientes inevitables, y no bajo condiciones de funcionamiento anormal, debido a instalaciones defectuosas.
- Los conductores de cobre que se utilizan para la puesta a tierra deben tener las siguientes características:
  - a. Calibre del conductor del electrodo: cuando la acometida es No. 2 AWG o menor, será No. 8 AWG, si el conductor es 1/0 el de puesta a tierra será No. 6 AWG y si el de la acometida es de 2/0 o 3/0, el de puesta a tierra será No. 4 AWG.
  - b. El calibre del conductor de puesta a tierra que se usa para conectar los equipos en función de la intensidad nominal que absorben será de No. 14 AWG para 15 A, No. 12 AWG para 20 A, No. 10 AWG para 30, 40, 60 A, No. 8 AWG para 100 A y No. 6 AWG para 200 A.
  - c. El aislamiento de los conductores de los cableados de puesta a tierra que por disposición de la instalación se requieran aislar, deben tener un aislamiento de color verde.
- Antes de efectuar trabajos de conexión o desconexión en los conectores del sistema de puesta a tierra se debe verificar que el valor de la corriente sea 0.
- El valor máximo de la resistencia de puesta a tierra que se va a usar para el neutro de la acometida, en baja tensión será de 25 ohmios.
- La costumbre de usar las tuberías de agua para la conexión de puesta a tierra, actualmente no es la más recomendable, por cuanto estas pueden no ser metálicas en algún tramo, sino de PVC, interrumpiéndose de esta manera la continuidad de puesta a tierra.

## CAJAS DE DISTRIBUCIÓN

Son cajas metálicas o en PVC, de forma rectangular, en las cuales se alojan los elementos de protección de todos los circuitos ramales o parciales de una instalación de un centro de cómputo, estos elementos pueden ser salidas de alumbrado, suiches o dispositivos semejantes, tomacorrientes, puntos de empalme, de derivación o de tiro.

Normas que deben cumplir las cajas de distribución:

- En instalaciones terminadas las cajas deben cubrirse con una tapa metálica, las tapas no deben cubrirse con ningún tipo de material.
- No se instalarán cajas redondas donde las tuberías o conectores deban ubicarse a las paredes laterales de la caja por medio de tuercas o boquillas.
- Las cajas metálicas deben ponerse a tierra cuando se usan en instalaciones con tubería no metálica.
- Para la instalación de cajas metálicas o no se deben utilizar los adaptadores terminales o medios de unión aprobados.
- En lugares húmedos deben colocarse cajas adecuadas para impedir que la humedad entre o se acumule dentro de ellas, deberán ser cajas aprobadas para este uso.
- Las cajas deben ser de un tamaño tal que deje espacio suficiente para los conductores encerrados en la caja.
- Las aberturas por donde entran los conductores no utilizadas también deben cerrarse.
- Las cajas de empalme, de paso y de salida deben instalarse de tal manera que los conductores contenidos en ella sean accesibles sin retirar parte alguna de los acabados de la edificación, o en instalaciones subterráneas sin tener que excavar aceras o pavimentos u otros materiales de acabado.

## CAJAS DE SALIDA

Son elementos metálicos o en PVC de forma cuadrada, octogonal o rectangular, que sirven para colocar diversos aparatos, realizar empalmes, etc. que manualmente van instalados o incrustados.

Tipos de caja.

En las instalaciones eléctricas para centros de cómputo encontramos:

- a. Para el contador deben estar construidas con lámina de acero, calibre mínimo 0.912 con las siguientes características:
  - Alta resistencia de impacto.
  - Auto – extingible.
  - No higroscópico.
  - No degradación.
  - Resistencia a la deformación por temperatura.
  - Dimensiones: 320 mm \* 195 mm \* 185 mm de profundidad

- b. Para las cajas de empalme, sirven exclusivamente para realizar conexiones y derivaciones de conductores, su uso se limita a casos especiales:

Aspectos generales:

- Todas las cajas de salida metálicas se deben conectar solidamente a tierra.
- Deben ser de tamaño suficiente, para que quede espacio libre para los conductores instalados.
- Se debe emplear una caja siempre que tenga que instalar un aparato, cuando se cambie el diámetro de la tubería o cuando se tenga que cambiar el calibre del conductor.
- El acople del ducto con la caja debe hacerse siempre mediante la boquilla y tuerca correspondientes, para que la unión sea firme y sólida.

## TABLEROS

- a. Disposición en general.

Se define como tablero a un panel en el cual están ensambladas las barras para distribución y que contienen los dispositivos de protección de sobrecorriente; adicionalmente, pueden contener o no suiches para el control de circuitos de iluminación, calor o potencia; debe estar ubicado en una caja y con acceso únicamente por el frente.

Los tableros deben tener una marca permanente de los fabricantes que incluya: tensión, en voltios; la capacidad nominal de corriente, en amperios; en número de fases y de hilos para los cuales han sido diseñados; el nombre del fabricante o la marca comercial. Esta información debe quedar visible después de la instalación del tablero.

- b. Tableros en lugares húmedos y mojados.

Los tableros deberán colocarse u equiparse de manera que eviten la entrada de humedad o agua y su acumulación dentro de ella, y se montaran de modo que haya un espacio libre de por lo menos 6 mm entre ellos y la superficie que los soporta; estos tableros deben ser a prueba de agua.

## CORTACIRCUITOS

Los elementos de protección usados en instalaciones eléctricas en un centro de cómputo son los interruptores termo magnéticos, más comúnmente llamados tacos o simplemente automáticos, ubicados exclusivamente en las líneas vivas (fases) de los tableros de distribución que se pueden accionar de manera manual o automática, razón por la cual estos tableros deben estar colocados en lugares de fácil acceso y sin ningún tipo de obstáculos que dificulten o impidan su accionamiento manual cuando se necesita. Sobreintensidad o sobrecorriente:

- Es el aumento progresivo y por tiempo prolongados de la intensidad hasta sobrepasar los límites prefijados.



- Se producen una sobrecarga cuando se conectan una o varias cargas, que absorben una corriente mayor y a la que pueden circular manualmente por los interruptores automáticos.
- La protección se produce gracias al elemento térmico compuesto por un bimetálico, el cual, cuando se prolonga mucho la sobrecarga se va flectando hasta producir la desconexión automática (disparo) del circuito, interrumpiendo por consiguiente el paso de la corriente.

**Cortocircuito.** Es la unión directa de dos conductores con diferente potencial (dos fases o una fase con neutro), sin que medie entre ambos una carga, produciendo el paso de intensidades altísimas (corrientes de cortocircuito -  $I_{cc}$ ) de manera casi instantánea, las cuales generan temperaturas tan altas que pueden fundir y destruir los conductores, ocasionando además accidentes muy peligrosos a personas.

Los interruptores termo magnéticos pueden evitar los efectos de un cortocircuito, gracias al dispositivo electromagnético (una bobina) que poseen. Cuando circula por la bobina una corriente muy alta, originará un campo magnético tan intenso que accionará en forma casi instantánea, los mecanismos que interrumpen el paso de corriente del interruptor termo magnético.

Un buen interruptor termo magnético debe actuar sin sufrir daño interno.

Instalación y conexiones:

Los automáticos se conectan en serie con el circuito, de manera que circule a través de ellos, toda la corriente del circuito que se quiera proteger.

Causas de disparo de automáticos:

- Por acción del dispositivo térmico.
  - a. El dimensionamiento del interruptor está por debajo de la corriente exigida por la carga.
  - b. Uno de los cables puede estar mal apretado, generando mayor cantidad de calor de lo normal, el cual cuando se transmite al interruptor produce su disparo.
  - c. Alguno de los conductores conectados al interruptor tienen un calibre menor que el requerido, de manera que cuando circule mayor corriente que la permitida por el conductor, este se recalienta hasta transferir el calor al interruptor, produciéndose un disparo indebido.
  - d. La temperatura ambiente es muy alta (superior a 40°C).
- Por acción del dispositivo electromagnético
  - a. Se ha producido algún cortocircuito entre algunas de las líneas.

- b. Existen cargas que requieren corrientes de arranque muy altas, y el valor del disparo magnético no está debidamente calibrado.
- c. Existe mucha humedad ambiental que origina defectos en el aislamiento. Hay que usar interruptores termo magnéticos a prueba de humedad

### INTERRUPTORES

Aparatos de maniobra manual que permiten o interrumpen el paso de corriente, para el control de una determinada fuente luminosa. Tanto para prender como para apagar se requiere la acción directa de una persona.

Están compuestos por dos bornes fijos a los que se conectan los conductores de entrada y salida, y una pieza metálica móvil que establece o interrumpe el contacto eléctrico entre ambos bornes, los bornes se conectan siempre a la fase en serie con el aparato que ha de controlar.

Un interruptor debe cumplir con las siguientes características:

- Las posiciones de encendido y apagado deben estar claramente indicadas en el cuerpo del interruptor.
- Los interruptores se colocan en forma vertical.
- Los interruptores se deben colocar en lugares fácilmente accesibles.
- Se deben ubicar en la parte interior junto a la puerta de entrada, aproximadamente a 10 o 20 cm del marco y 1.20 mts del piso, de manera que al abrirse la puerta, el interruptor no quede oculto.
- Los interruptores que van a ser instalados a la intemperie deben estar protegidos mediante encerramiento o prueba de intemperie.

### TOMACORRIENTES

Conocido también simplemente como toma, es un dispositivo de contacto que se instala en una caja de salida, con una serie de orificios para alojar las clavijas de un enchufe, con el fin de establecer contacto o conexión entre los conductores conectados a las clavijas del enchufe y los conductores conectados a los orificios del tomacorriente estos dos componentes deben ser diseñados y fabricados de tal forma que garanticen una correcta conexión eléctrica.

Características de los tomacorrientes:

- Los tomacorrientes deben ser construidos de tal manera que garanticen la permanencia de las características mecánicas, térmicas y dieléctricas de todos sus componentes, a pesar del uso y envejecimiento, de tal manera que no se altere su desempeño y afecte la seguridad de las personas e instalaciones.
- Los tomacorrientes polarizados con polo a tierra deben tener claramente identificados los polos de las fases mediante las letras así como los terminales de neutro y tierra.
- Se debe especificar claramente la corriente y tensión nominal.

- La resistencia eléctrica entre el contacto de conexión a tierra de la toma y el enchufe no debe ser mayor a 50 mili ohmios.
- Las partes destinadas para conducir corriente (contactos) deben fabricarse en cobre, aluminio u oro, pero nunca en materiales ferrosos.
- Las cajas de salida para tomacorrientes deben colocarse en posición horizontal a una altura mínima de 20 cm del piso.
- La distancia mínima entre dos tomas es de 3 mt.
- Los tomas a la intemperie se ubicaran a una altura mínima de 45 cm del piso.
- El calibre mínimo de los conductores que se conectan a los tomacorrientes debe ser el No.12 AWG.

## ILUMINACIÓN

Es la acción y el efecto de iluminar. El nivel de la iluminación depende de los siguientes factores: El flujo luminoso, el tipo de reflector que se utiliza en la lámpara, el color del techo, los muros y el piso, así como de la altura y espaciamiento que haya entre las luminarias.

Lámparas Incandescentes. Sistema en el cual la luz se origina como consecuencia del paso de corriente eléctrica a través de un resistencia o filamento.

Esta aplicación se encuentra en los llamados bombillos cuyas partes más importantes son: el filamento, la ampolla y el casquillo.

Las lámparas incandescentes no son las más recomendables en un centro de cómputo debido a su baja luminosidad.

Su duración nominal se considera de mil horas, tiempo que puede verse afectado, entre otras causas, por la frecuencia con la que se enciende y se apaga la lámpara.

Lámparas Reflectoras. Son lámparas cuya ampolla generalmente presenta una forma parabólica o elíptica, en cuyo interior existe un recubrimiento de una sustancia altamente reflectora.

Ventajas sobresalientes de las lámparas reflectoras:

- a. Control direccional del flujo luminoso emitido.
- b. Factor de conservación elevado pues el reflector no puede ensuciarse.

Lámparas Fluorescentes. Son las mas utilizadas en centros de cómputo, estas lámparas son de descarga eléctrica en atmósfera de vapor de mercurio a baja presión y un gas inerte, cuyas paredes internas están recubiertas con sustancias fluorescentes.

Efecto Estroboscopio. Es la fluctuación o parpadeo que se presenta en la luz producida por las lámparas fluorescentes, por que estas funcionan con corriente alterna, la cual cambia de

dirección 120 veces por segundo. A pesar de que este fenómeno no es percibido conscientemente por las personas puede ocasionar cansancio o fatiga visual.

Se presenta mayores inconvenientes cuando este parpadeo llega a sincronizarse con la velocidad de maquinas giratorias utilizadas en la industria, de tal manera que estas parecen estar en reposo o girando en sentido contrario al verdadero.

**Interferencias Radioeléctricas.** Las lámparas fluorescentes como todas las lámparas de descarga pueden producir interferencias en los receptores de radio y TV., debido a las oscilaciones de alta frecuencia producidas en las lámparas las cuales se manifiestan en forma de ruidos molestos o perturbaciones en la imagen de un monitor, las molestias producidas por estas interferencias pueden disminuirse o eliminarse con algunas de las siguientes recomendaciones.

- Alejar la lámpara de 2.5 a 3 mt de antenas de los receptores.
- Canalizar los conductores que van a las lámparas por ductos.
- Reducir al máximo la distancia entre la lámpara y el balasto.

**Temperatura de funcionamiento.**

Para obtener el valor máximo luminoso, la temperatura de la pared más fría de la lámpara debe estar entre 30°C y 40°C, con temperatura ambiente de 20°C, por que si esta es muy alta o muy baja se dificulta el encendido.

**Vida útil de las lámparas fluorescentes.**

Cuando la lámpara fluorescente deja de funcionar definitivamente no siempre se debe a la rotura del filamento de los electrodos, sino más bien al desgaste progresivo de los depósitos emisores de electrones, situados en los electrodos.

Entre otros factores como la duración de las lámparas fluorescentes (6000 horas) dependen de:

- Naturaleza y presión del gas que tiene la lámpara
- Procedimiento de encendido de la lámpara
- Frecuencia de encendido
- Temperatura ambiente en el momento del encendido
- Tensión de alimentación

**Recomendaciones para obtener una buena iluminación**

- Suministrar la cantidad de luz necesaria para cada ambiente.
- Buscar el sistema de iluminación más conveniente.
- Usar fuentes luminosas que aseguren una buena distribución de la luz y de los colores.

- Elegir el tipo de lámparas de acuerdo a las necesidades
- Buscar la distribución más conveniente de las luminarias así como la altura mas apropiada.

#### UNIONES O EMPALMES

Es la conexión sólida que se establece entre dos o más conductores sin que haya entre ellos ningún tipo de material aislante que impida o dificulte el paso de la corriente.

En instalaciones eléctricas de un centro de cómputo casi el 100% de empalmes se reduce prácticamente a la unión “cola de rata” el cual se realiza de la siguiente manera:

Se le quita el material aislante de los extremos de los conductores a unir, de 3 a 5 cm, según el calibre del conductor, luego se superponen los conductores a unir por la parte mas próxima al material aislante, de manera que formen un ángulo de 60° y se sujeta firmemente con los alicates en ese punto para iniciar la torsión de los dos conductores ya sea con los dedos o con otros alicates, de manera que ambos conductores vayan formando una trenza con una serie de 4 o 5 espirales simétricas y fuertemente apretadas.

Actualmente para ciertas uniones sobre todo con cables o alambres delgados se emplean los conectores.

Encintado. Las cintas termoplásticas de PVC o de polietileno se usan como aislamiento eléctrico, sobre empalmes de alambres cuya temperatura no sea mayor de 80°C y la tensión no supere los 600 V. Debe tener las siguientes condiciones:

- Los bordes de la cinta aislantes deben ser rectos y continuos.
- Cuando sean desenrollados la superficie debe conservarse lisa

#### REGULADORES O ESTABILIZADORES DE VOLTAJE

Protege el PC de bajas de tensión y sobretensiones. Además los reguladores de buena calidad incluyen supresor de picos y filtros que eliminan la interferencia electromagnética.

Sobretensión: es un incremento rápido en el voltaje (y un pico es una sobretensión extremadamente fuerte).

Baja de tensión: es una reducción en el nivel del voltaje.

Cuando un regulador nota que el voltaje baja del nivel normal (120 voltios) automáticamente lo sube y lo mantiene estable, y viceversa. Los reguladores de voltaje de empresas como TrippLite y APC por ejemplo, pueden continuar ofreciendo un voltaje estable (120 voltios) aunque una baja de tensión lo haya enviado a un nivel tan bajo como 85 voltios.

## UNIDADES DE RESPALDO DE ENERGÍA UPS

Las UPS tienen baterías que en caso de un corte de energía, le permiten continuar trabajando con el PC durante algunos minutos (entre 5 y 15 minutos aproximadamente). Ese tiempo es suficiente para que almacenen los archivos que estaban abiertos, cerrar los programas y apagar el PC correctamente. Entre más capacidad (en VA) tenga una UPS y menos dispositivos tenga conectados, más tiempo tendrá para continuar trabajando.

Algunas UPS incluyen también supresores de picos, filtros para el ruido y pueden manejar las bajas de tensión así como administración por software.

Al revisar las especificaciones de las UPS, posiblemente encuentre la capacidad en VA (volti-amperios) y no en vatios (Watts), entonces debe convertir los voltios-amperios en vatios para saber si una UPS le sirve (multiplique los VA por 0,6 para obtener el dato en vatios. Si quiere convertir de vatios a VA divida los vatios en 0.6).

## DAÑOS EN EL HARDWARE

Una de las principales causas que producen daños en el hardware y software es la pérdida de energía por apagones o cortos circuitos ocurridos en las instalaciones; al perderse la corriente eléctrica puede suceder:

- a. La información que estaba en memoria por ser volátil se pierde si no ha sido grabada.
- b. Los lectores del disco duro se pueden quedar a medio camino sin la posibilidad de volver a su puesto de arranque al momento de ocurrir una pérdida de energía (apagón). Al momento de restaurarse la energía lo que hacen es volver a su puesto original arrastrándose por el medio físico del disco rayándolo; lo cual implica dañar los clúster del disco y con ello la lectura de los archivos.

## CAUSAS QUE PROVOCAN PERDIDAS DE ENERGIA EN UN CENTRO DE CÓMPUTO

Según el RETIE las posibles causas de pérdidas de energía las ocasionan:

- a. Arcos Eléctricos: Producidos por empalmes o uniones mal hechos que generan un mal contacto, cortocircuitos, apertura o cierre de un circuito bajo carga.
- b. Cortocircuito: Ocasionado por fallas en el aislamiento, imprudencia cuando se efectúa una instalación o trabajo eléctrico o humedades.
- c. Equipos defectuosos: Causados por el tiempo de uso, mala instalación, mantenimiento o uso inadecuado.
- d. Sobrecargas: Las causas más comunes son las conexiones flojas y la conexión de muchos computadores en un solo toma, de manera que superan los límites nominales de la corriente que puede circular por los conductores. Los riesgos por sobrecarga también pueden estar originados por instalaciones eléctricas que no cumplen las normas técnicas.

## REGLAMENTO TÉCNICO DE INSTALACIONES ELECTRICAS (RETIE)

Vigencia: El reglamento técnico tendrá una vigencia de tres años (2004- 2007).

El RETIE está orientado a las instalaciones desde baja tensión hasta extra alta tensión. Debido a que los umbrales (dependen de varios parámetros fisiológicos y eléctricos) de percepción del paso de corriente (1.1 mA), y a las reacciones a soltarse (10 mA), de rigidez muscular o de fibrilación (25 mA) se presentan con valores muy bajos de corriente para los seres vivos y su consecuencia directa puede ser la muerte o la pérdida de algún miembro, cualquier accidente de origen eléctrico debe tomarse como la máxima gravedad potencial.

Adicionalmente, al considerar el uso masivo de instalaciones y que la continuidad en su utilización es casi permanente a nivel residencial, comercial, industrial y oficial, la frecuencia de exposición al riesgo también presenta su nivel mas alto.

Es de carácter obligatorio:

- Los reglamentos técnicos se establecen para garantizar la seguridad nacional, la protección de la salud o seguridad humana, de la vida animal y vegetal, del medio ambiente y la prevención de practicas que pueden inducir a error a los consumidores.
- Deben asegurar la calidad de las instalaciones y productos que las empresas utilizan para la correcta prestación de su servicio, ya sean de origen nacional o proveniente de otro país que haya suscrito el acuerdo sobre obstáculos técnicos del comercio.
- Establece las exigencias y especificaciones que garanticen la seguridad con base en el buen funcionamiento de las instalaciones, la confiabilidad, calidad y adecuada utilización de los productos, y fija los parámetros mínimos de seguridad para las instalaciones eléctricas de manera que se tengan las condiciones necesarias para:
  - a) Evitar accidentes por contactos directos e indirectos.
  - b) Prevenir incendios causados por corriente eléctrica.
  - c) Evitar quema de árboles causada por acercamiento o líneas de energía.
  - d) Evitar la muerte de animales causada por cercas eléctricas.
  - e) Evitar daños debidos a sobrecorrientes y sobretensiones.
  - f) Minimizar las deficiencias en las instalaciones eléctricas.
  - g) Establecer claramente los requisitos y responsabilidades que deben cumplir diseñadores, constructores, operadores, propietarios y usuarios de instalaciones eléctricas, además de los fabricantes distribuidores o importadores de materiales o equipos.
  - h) Exigir confiabilidad y compatibilidad de los productos y equipos eléctricos.
- El reglamento debe ser aplicado a toda nueva instalación o ampliación y es de obligatorio cumplimiento en todas las instalaciones de corriente alterna en las cuales la tensión sea mayor de 25 V e igual o menor de 500 Kv con frecuencias iguales o menores de 1000 Hz

Código de Colores para conductores aislados. Con el objeto de evitar accidentes por la mala interpretación de los niveles de tensión y unificar los criterios para instalaciones eléctricas, se debe cumplir con el siguiente código de colores:

120 V Fase Negro – Neutro Blanco

240 V Fase Negro – Fase Rojo – Neutro Blanco

208 V Fase Amarillo – Fase Azul – Fase Rojo

240 V Fase Negro – Fase Rojo – Fase Azul

480 V Fase Café – Fase Naranja – Fase Amarillo – Neutro Gris

Puestas a tierra. Toda instalación eléctrica cubierta por el presente Reglamento, excepto donde se indique expresamente lo contrario, debe disponer de un Sistema de Puesta a Tierra, en tal forma que cualquier punto del interior o exterior, normalmente accesible a personas que puedan transitar o permanecer allí, no estén sometidos a tensiones de paso, de contacto o transferidas, que supere los umbrales de soportabilidad cuando se presente una falla.

Los objetivos de un sistema de puesta a tierra son: la seguridad de las personas, la protección de las instalaciones y la compatibilidad electromagnética.

Las funciones de un sistema de puesta a tierra son:

- Garantizar condiciones de seguridad a los seres vivos.
- Permitir a los equipos de protección despejar rápidamente las fallas.
- Servir de referencia al sistema eléctrico.
- Conducir y disipar las corrientes de falla con suficiente capacidad.
- En algunos casos, servir como conductor de retorno.
- Transmitir señales de Radio Frecuencia de onda media.

Tipo de Electrodo utilizado en puesta a tierra:

Varilla de cobre: 12.7 mm diámetro.

Acero inoxidable: 10 mm diámetro.

Acero galvanizado en caliente: 16 mm diámetro.

Acero con recubrimiento electro depositado de cobre: 14 mm diámetro.

El electrodo tipo varilla o tubo debe tener mínimo 2.4 m de longitud; además debe estar identificado con el nombre del fabricante, la marca registrada o ambos y sus dimensiones; esto debe hacerse dentro de los primeros 30 cm desde la parte superior.

**CODIGO ELECTRICO COLOMBIANO NTC 2050**

El Instituto Colombiano de Normas Técnicas – ICONTEC, aprobó el CEC (Código Eléctrico Colombiano) del cual se explicarán algunas normas de mayor interés relacionadas con las conexiones en instalaciones eléctricas en un centro de cómputo.



- a. Requisitos de las Instalaciones Eléctricas:
- Conductores: Los conductores normalmente utilizados para transportar corriente deben ser de cobre. (110-5)
  - Calibre de los Conductores: Los calibres de los conductores se expresan en milímetros cuadrados (mm<sup>2</sup>), seguidos por su equivalente entre paréntesis en AWG.(110-6)
- b. Uso e identificación de los conductores puestos a tierra:
- Uso del color blanco o gris natural: Este solo se debe usar para identificar el conductor puesto a tierra.(200-7)
  - Identificación de los terminales(200-10)
- a) Clavijas, tomacorrientes y conectores: Los tomacorrientes, clavijas de artefactos con polaridad, se deben identificar el terminal destinado para su conexión al conductor puesto a tierra (blanco). La identificación se debe hacer por un metal o recubrimiento metálico de color fundamentalmente blanco o con la palabra <blanco> o la palabra <white> situadas cerca del terminal identificado.
- Códigos de color de los Circuitos Ramales: (210-5)
- a) Conductor puesto a tierra: El conductor puesto a tierra de un circuito ramal se debe identificar mediante un color continuo blanco o gris natural.
- b) El conductor de puesto a tierra de equipos de un circuito ramal se debe identificar por un color verde continuo o un color verde continuo con una o más rayas amarillas, excepto si esta desnudo.
- Tomacorrientes y conectores para cordones(210-7)
- a) Con polo a tierra: Los tomacorrientes instalados en circuitos ramales de 15 y 20 Amperios deben tener polo a tierra; los tomacorrientes con polo a tierra se deben instalar solo en circuitos de la tensión y capacidad de corriente para las que están destinados.
- b) Los tomacorrientes y conectores para cordones que tengan contactos para polo a tierra, deben tener esos contactos puestos a tierra eficazmente.
- c) Métodos de puesta a tierra: Los contactos de puesta a tierra de los tomacorrientes y conectores para cordones se deben poner a tierra conectándolos con el conductor de puesta a tierra de los equipos del circuito que alimenta al tomacorriente o al conector del cordón.
- Conductores: Capacidad de corriente y sección transversal mínima(210-19)
- a) Generalidades: Los conductores de los circuitos ramales deben tener una capacidad de corriente no menor a la carga que van a alimentar. Además, los conductores de circuitos

ramales con varias salidas para alimentar tomacorrientes para cargas portátiles conectadas con cordón y clavija, deben tener una capacidad de corriente no menor a la corriente nominal del circuito ramal.

Los conductores de circuitos ramales, con una sección que evite una caída de tensión superior al 3% en las salidas más lejanas de fuerza, calefacción, alumbrado o cualquier combinación de ellas y en los que la caída máxima de tensión de los circuitos alimentador y ramal hasta la salida más lejana no supere el 5 %, ofrecen una eficacia razonable del funcionamiento.

- Dispositivos de Salida(210-21)

#### TOMACORRIENTES.

- a) Un tomacorriente sencillo instalado en un circuito ramal individual, debe tener una capacidad de corriente no menor a la de dicho circuito
- b) Cuando este conectado a un circuito ramal que suministra corriente a dos o mas tomacorrientes o salidas, el tomacorriente no debe alimentar a una carga total conectada con carbón y clavija que supere el máximo establecido en la siguiente tabla:

Tabla 9. Capacidad de corriente de acuerdo al tomacorriente.

Corriente Nominal Circuito (A)	Capacidad de corriente del tomacorriente (A)	Carga Máxima (A)
15 ó 20	15	12
20	20	16
30	30	24

#### ALIMENTADORES.

- Alcance (215-1): Esta sección trata de los requisitos de instalación de la capacidad de corriente y del calibre mínimo de los conductores de los alimentadores que suministran corriente a los circuitos ramales.
- Capacidad de corriente y calibres mínimos (215-2): Los conductores de los alimentadores deben tener una capacidad de corriente no menor a la necesaria para alimentar las cargas calculadas.
- Protección contra sobrecorriente (215-3): Los alimentadores deben estar protegidos contra sobrecorriente.

#### ACOMETIDAS

- Numero de Acometidas (230-2): en un centro de cómputo u otra estructura a la que llegue la corriente eléctrica debe tener solo una acometida.

- Calibre y Capacidad de Corriente (230-23):
  - a) Los conductores deben tener una capacidad de corriente suficiente para transportar la corriente para la que se ha calculado la carga, y deben poseer una resistencia mecánica adecuada.
  - b) Los conductores no deben tener una sección transversal menor a  $8.36 \text{ mm}^2$  (8 AWG).
- Conductores sin empalmar (230-46): los conductores de entrada acometida no deben presentar empalmes.
- Corrientes nominales normalizadas (240-6): fusibles e interruptores automáticos de disparo fijo. Las capacidades de corriente nominales estándar de los fusibles o interruptores automáticos de circuito de tiempo inverso son: 15, 20, 25, 30, 35, 40, 45, 50, 60 Amperios.
- Ubicación en un centro de cómputo (240-24): los dispositivos de protección contra sobrecorriente deben ser fácilmente accesibles.
- Posición Vertical (240-33): los encerramientos de dispositivos de protección contra sobrecorriente se deben montar en posición vertical.
- Capacidad nominal y tipo (410-56): los tomacorrientes instalados para conectar cordones de artefactos portátiles, deben tener una capacidad nominal no menor de 15 A y 125 V y deben ser de un tipo que no permita utilizarlos como portabombillos.
- Tomacorrientes en lugares húmedos o mojados (410-57): no se deben instalar tomacorrientes en los espacios próximos a bañeras y duchas.

### 3. METODOLOGÍA

Se ha determinado que la metodología a utilizarse es de tipo cuantitativo y exploratorio, debido a que este tema no ha sido lo suficientemente estudiado.

Para el desarrollo adecuado del tema de investigación se pretende realizar las siguientes actividades:

Recolectar información en libros, revistas de la I. U. CESMAG, otras bibliotecas, etc., seguidamente proceder a buscar información en Internet ya que esta es la más actualizada.

Seleccionar la información para analizar e interpretar, teniendo en cuenta que uno de los principales objetivos de esta propuesta es plantear estrategias de prevención a los problemas más frecuentes en la instalación eléctrica de un centro de cómputo.

Realizar observaciones en el centro de cómputo del aula de redes de la I. U. CESMAG, hacer posibles recomendaciones y finalizar planteando varias conclusiones.

Finalmente se realizará una guía teórica sobre las principales normas eléctricas para el buen funcionamiento del centro de cómputo.

#### 4. RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN

De acuerdo a las observaciones hechas en el centro de cómputo de la I. U. CESMAG en la parte eléctrica se obtuvieron los siguientes resultados:

- a. Observaciones laboratorio de redes.
  1. Al existir dos entradas al laboratorio de redes, debería existir dos interruptores conmutables, actualmente solo existe uno y se encuentra alejado de la entrada principal.
  2. Los cables de red en algunas partes no tienen protección, presentándose al aire libre; lo que facilita su corrosión y vulnerabilidad ante los roedores.
  3. Según el RETIE la fase y el neutro deben tener diferente calibre, sin embargo se observó que la fase y el neutro utilizan el mismo.
  4. No se cumple con el código de colores de conductores.
  5. Los alambres no tienen rótulos.
  6. El interruptor se encuentra a una altura de 1.65 metros y no a 1.2 metros como indica la norma.
- b. Observaciones de monitoria de redes y mantenimiento.
  1. Los alambres que alimentan el gabinete de distribución no tienen ductos.
  2. El gabinete no tiene soportes de seguridad.
  3. El gabinete esta en un lugar inseguro.
- c. Observaciones laboratorio de electrónica.
  1. Existe un ducto de 1.1/2" con gran cantidad de conductores.
  2. La iluminación es deficiente.
- d. Observaciones en laboratorio de mantenimiento.
  1. La acometida se encuentra en un ducto ubicado en la parte exterior de la pared y debe ser subterránea.
  2. Los tomacorrientes deben estar en forma horizontal y no en posición vertical.
  3. Los tomacorrientes no deben llevar cables sino alambres.
  4. En las cajas de distribución, los empalmes se encuentran sin encintar.
- e. Observaciones en monitoria de sistemas.
  1. La UPS no se encuentra en lugar adecuado.
  2. El gabinete de contadores debe ser, según la norma incrustado y este se encuentra en un lugar accesible por todos los estudiantes.

No existen señales de riesgo, peligro y de alto voltaje.

De lo anterior se puede concluir que el centro de cómputo de I. U. Cesmag, infringe muchas de las normas del RETIE.

## 5. CONCLUSIONES

- Que los reglamentos técnicos se establecen para garantizar seguridad humana y la integridad de los equipos.
- Que las malas instalaciones eléctricas pueden producir altos consumos de energía.
- Todas las instalaciones eléctricas de un centro de cómputo deben ser diseñadas, dirigidas y controladas por personal calificado.
- En un centro de cómputo el mantenimiento es un factor importante para minimizar los riesgos eléctricos.
- Todas las instalaciones eléctricas deben adecuarse a las normas y su actualización.

## 6. RECOMENDACIONES

Los operadores de red (empresas responsables de la distribución de energía eléctrica) deben dar a conocer las normas técnicas que adopten para diseño y construcción las cuales en ningún caso podrán ser discriminatorias o contravenir el RETIE.

En toda instalación eléctrica será obligatorio que las actividades de diseño, dirección, construcción, supervisión, recepción, operación, mantenimiento e inspección sean realizadas por personal calificado como ingenieros electricistas, tecnólogos en electricidad y técnicos electricistas.

En instalaciones eléctricas en un centro de cómputo esta permitido utilizar únicamente la que se clasifica como baja tensión es decir la corriente alterna cuya tensión nominal sea mayor o igual a 25 V y menor o igual a 1000 V.

Siempre que haya algún riesgo o peligro debe usarse los símbolos gráficos.

Conservar las distancias adecuadas ante elementos energizados como es el caso de las líneas de acometida con relación a techos y paredes.

Toda instalación eléctrica debe disponer de un sistema de puesta a tierra.

Tener el cuidado de que en toda instalación eléctrica en un centro de cómputo el conductor neutro y el conductor de puesta a tierra deben ir aislados entre sí.

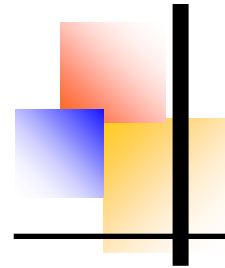
Revisar cuidadosamente para comprobar que todos los productos utilizados en una instalación eléctrica (cables, bombillos, cinta aislante, tomacorrientes, clavijas, interruptores, elementos de protección, etc.) cumplan con las exigencias establecidas por el RETIE por cuanto la elección de todos los materiales eléctricos y su correspondiente instalación debe hacerse en función de la seguridad de las personas.

Deben realizarse inspecciones periódicas de las instalaciones eléctricas por lo menos cada dos años.



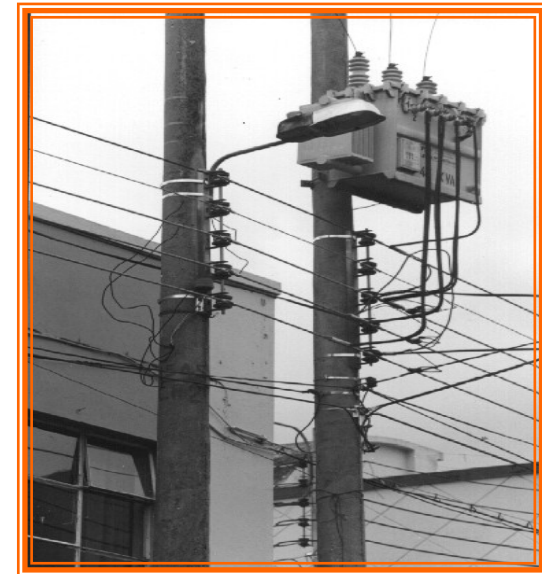
## BIBLIOGRAFÍA

- INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TÉCNICAS Y CERTIFICACIÓN. Tesis y otros trabajos de grado, Bogotá, 2005.
- I. U. CESMAG. Directrices Generales para los Trabajos de Grado. Tecnología en Sistemas. San Juan de Pasto: CESMAG, 2003.82 p.
- QUIJANO VODNIZA, Armando José. Mecanismo e instrumentos para la planificación, seguimiento y evaluación de los proyectos de investigación. San Juan de Pasto: CESMAG, 2001.129 p.
- RAMÍREZ CASTAÑO, Samuel. Redes de Subtransmisión y Distribución de Energía, Universidad Nacional de Colombia, Manizales, Marzo de 1995.



# MANUAL DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS

*Para centros de computo*



INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA CESMAG  
SAN JUAN DE PASTO  
NARIÑO  
2005

Elaborado por:  
Alejandra Chamorro  
Jhonny Basante  
Eduardo Enriquez

**• NORMAS TÉCNICAS PARA  
OPTIMIZACIÓN DE  
INSTALACIONES  
ELECTRICAS EN UN  
CENTRO DE COMPUTO**

**Agosto 2005**

CONTENIDO

- INTRODUCCIÓN
- CORRIENTE ELÉCTRICA
- MAGNITUDES ELECTRICAS FUNDAMENTALES
  - a. Intensidad
  - b. Tensión
  - c. Resistencia
  - d. Potencia eléctrica
- LEYES ELÉCTRICAS FUNDAMENTALES
- Carga de diseño para diferente equipos eléctricos
- CIRCUITO ELÉCTRICO
  - a. Circuito en serie
  - b. Circuito paralelo
- CONDUCTORES ELÉCTRICOS
  - Clases de conductores
  - Características sobresalientes que deben tener los conductores
  - Aislamientos
  - Código de colores
  - Calibre o sección
  - Calibre de conductores
  - Corriente que pueden conducir
  - Capacidad de conducción de corriente en los conductores
- DUCTOS Y CANALIZACIONES
  - Ductos no metálicos
  - Número máximo de conductores que pueden introducirse en los ductos
  - Diámetro y sección interna de los ductos
  - Conductores más aislamientos
  - Ductos para acometidas
- ACOMETIDA
  - Acometida aérea
  - Caída de tensión en una acometida
  - Resistencia (r) en W/Km a 20°C
- PUESTA A TIERRA
- CAJAS DE DISTRIBUCIÓN
- CAJAS DE SALIDA

circuito que alimenta al tomacorriente o al conector del cordón.

- Conductores: Capacidad de corriente y sección transversal mínima (210-19)
- a) Generalidades: Los conductores de los circuitos ramales deben tener una capacidad de corriente no menor a la carga que van a alimentar. Además, los conductores de circuitos ramales con varias salidas para alimentar tomacorrientes para cargas portátiles conectadas con cordón y clavija, deben tener una capacidad de corriente no menor a la corriente nominal del circuito ramal.

Los conductores de circuitos ramales, con una sección que evite una caída de tensión superior al 3% en las salidas más lejanas de fuerza, calefacción, alumbrado o cualquier combinación de ellas y en los que la caída máxima de tensión de los circuitos alimentador y ramal hasta la salida más lejana no supere el 5 %, ofrecen una eficacia razonable del funcionamiento.

- Dispositivos de Salida(210-21)

TOMACORRIENTES.

- a) Un tomacorriente sencillo instalado en un circuito ramal individual, debe tener una capacidad de corriente no menor a la de dicho circuito
- b) Cuando este conectado a un circuito ramal que suministra corriente a dos o mas tomacorrientes o salidas, el tomacorriente no debe alimentar a una carga total conectada con carbón y clavija que supere el máximo establecido en la siguiente tabla:

Corriente Nominal Circuito (A)	Capacidad de corriente del tomacorriente (A)	Carga Máxima (A)
15 ó 20	15	12
20	20	16
30	30	24



- Calibre de los Conductores: Los calibres de los conductores se expresan en milímetros cuadrados (mm<sup>2</sup>), seguidos por su equivalente entre paréntesis en AWG.(110-6)
- b. Uso e identificación de los conductores puestos a tierra:
  - Uso del color blanco o gris natural: Este solo se debe usar para identificar el conductor puesto a tierra.(200-7)
  - Identificación de los terminales(200-10)
- a) Clavijas, tomacorrientes y conectores: Los tomacorrientes, clavijas de artefactos con polaridad, se deben identificar el terminal destinado para su conexión al conductor puesto a tierra (blanco). La identificación se debe hacer por un metal o recubrimiento metálico de color fundamentalmente blanco o con la palabra <blanco> o la palabra <white> situadas cerca del terminal identificado.
- Códigos de color de los Circuitos Ramales: (210-5)
  - a) Conductor puesto a tierra: El conductor puesto a tierra de un circuito ramal se debe identificar mediante un color continuo blanco o gris natural.
  - b) El conductor de puesto a tierra de equipos de un circuito ramal se debe identificar por un color verde continuo o un color verde continuo con una o más rayas amarillas, excepto si esta desnudo.
- Tomacorrientes y conectores para cordones(210-7)
  - a) Con polo a tierra: Los tomacorrientes instalados en circuitos ramales de 15 y 20 Amperios deben tener polo a tierra; los tomacorrientes con polo a tierra se deben instalar solo en circuitos de la tensión y capacidad de corriente para las que están destinados.
  - b) Los tomacorrientes y conectores para cordones que tengan contactos para polo a tierra, deben tener esos contactos puestos a tierra eficazmente.
  - c) Métodos de puesta a tierra: Los contactos de puesta a tierra de los tomacorrientes y conectores para cordones se deben poner a tierra conectándolos con el conductor de puesta a tierra de los equipos del



TABLEROS  
 CORTACIRCUITOS  
 Cortocircuito  
 INTERRUPTORES  
 TOMACORRIENTES  
 ILUMINACIÓN  
 Lámparas Incandescentes  
 Lámparas Reflectoras  
 Lámparas Fluorescentes  
 Efecto Estroboscopio  
 Interferencias Radioeléctricas  
 UNIONES O EMPALMES  
 Encintado  
 REGULADORES O ESTABILIZADORES DE VOLTAJE  
 UNIDADES DE RESPALDO DE ENERGÍA UPS  
 DAÑOS EN EL HARDWARE  
 CAUSAS QUE PROVOCAN PERDIDAS DE ENERGIA EN UN CENTRO DE COMPUTO  
 REGLAMENTO TÉCNICO DE INSTALACIONES ELECTRICAS (RETIE)Código de Colores para conductores aislados  
 Puestas a tierra  
 CODIGO ELECTRICO COLOMBIANO NTC 2050  
 TOMACORRIENTES  
 Capacidad de corriente de acuerdo al tomacorriente  
 ALIMENTADORES  
 ACOMETIDAS

## INTRODUCCIÓN

PARA QUE ESTUDIAR LA ELECTRICIDAD?. TRATE DE IMAGINAR LO QUE SERIA VIVIR AHORA SIN USAR LA ELECTRICIDAD, NO TENDRÍA LUZ ELÉCTRICA, NO HABRÍA ELECTRICISTAS NI INGENIEROS. LA ELECTRICIDAD HA HECHO QUE LA VIDA NO SOLO SEA MÁS FÁCIL, SINO TAMBIÉN MÁS INTERESANTE.

DEBIDO A QUE LA ELECTRICIDAD HA TENIDO UN GRAN IMPACTO EN LA VIDA COTIDIANA, ES NECESARIO CONOCER ALGO A CERCA DE SUS USOS, PELIGROS, NORMAS Y POTENCIAL PARA EL FUTURO.

DENTRO DE LAS ÁREAS DE LOS SISTEMAS, LA ELECTRICIDAD Y SUS MÚLTIPLES APLICACIONES, SE REQUIEREN ELEMENTOS QUE FACILITEN EL DESARROLLO DE SU ACTIVIDAD Y QUE PRESTEN UN SERVICIO ÓPTIMO DENTRO DEL CUMPLIMIENTO DE LAS NECESIDADES DE LOS USUARIOS, NECESIDADES QUE CRECEN SIMULTÁNEAMENTE CON LOS AVANCES QUE SE DAN DENTRO DE ESTAS ÁREAS.

DEBIDO A QUE LA MAYORÍA DE LOS EQUIPOS ELÉCTRICOS Y ELECTRÓNICOS, ENTRE ELLOS LOS COMPUTADORES HAN SIDO DISEÑADOS PARA PODER CONECTARSE DIRECTAMENTE EN CUALQUIER OFICINA O RESIDENCIA, SE DEBE EXIGIR EL CUMPLIMIENTO DE ESTRICIAS NORMAS DE SEGURIDAD PARA LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS.

TENIENDO EN CUENTA LO ANTERIOR SE HA OPTADO POR REALIZAR ESTE MANUAL SOBRE ADECUACIÓN DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS EN CENTROS DE COMPUTO, PARA LOGRAR DE ESTA MANERA OPTIMIZAR LOS RECURSOS A UTILIZAR EN LOS MISMOS.

presente una falla.

Los objetivos de un sistema de puesta a tierra son: la seguridad de las personas, la protección de las instalaciones y la compatibilidad electro-magnética.

Las funciones de un sistema de puesta a tierra son:

- Garantizar condiciones de seguridad a los seres vivos.
- Permitir a los equipos de protección despejar rápidamente las fallas.
- Servir de referencia al sistema eléctrico.
- Conducir y disipar las corrientes de falla con suficiente capacidad.
- En algunos casos, servir como conductor de retorno.
- Transmitir señales de Radio Frecuencia de onda media.

Tipo de Electrodo utilizado en puesta a tierra:

Varilla de cobre: 12.7 mm diámetro.

Acero inoxidable: 10 mm diámetro.

Acero galvanizado en caliente: 16 mm diámetro.

Acero con recubrimiento electrodepositado de cobre: 14 mm diámetro.

El electrodo tipo varilla o tubo debe tener mínimo 2.4 m de longitud; además debe estar identificado con el nombre del fabricante, la marca registrada o ambos y sus dimensiones; esto debe hacerse dentro de los primeros 30 cm desde la parte superior.

CODIGO ELECTRICO COLOMBIANO NTC 2050

El Instituto Colombiano de Normas Técnicas – ICONTEC, aprobó el CEC (Código Eléctrico Colombiano) del cual se explicarán algunas normas de mayor interés relacionadas con las conexiones en instalaciones eléctricas en un centro de computo.

a. Requisitos de las Instalaciones Eléctricas:

- Conductores: Los conductores normalmente utilizados para transportar corriente deben ser de cobre. (110-5)



- b) Prevenir incendios causados por corriente eléctrica.
  - c) Evitar quema de árboles causada por acercamiento o líneas de energía.
  - d) Evitar la muerte de animales causada por cercas eléctricas.
  - e) Evitar daños debidos a sobrecorrientes y sobretensiones.
  - f) Minimizar las deficiencias en las instalaciones eléctricas.
  - g) Establecer claramente los requisitos y responsabilidades que deben cumplir diseñadores, constructores, operadores, propietarios y usuarios de instalaciones eléctricas, además de los fabricantes distribuidores o importadores de materiales o equipos.
  - h) Exigir confiabilidad y compatibilidad de los productos y equipos eléctricos.
- El reglamento debe ser aplicado a toda nueva instalación o ampliación y es de obligatorio cumplimiento en todas las instalaciones de corriente alterna en las cuales la tensión sea mayor de 25 V e igual o menor de 500 Kv con frecuencias iguales o menores de 1000 Hz

#### CÓDIGO DE COLORES PARA CONDUCTORES AISLADOS.

Con el objeto de evitar accidentes por la mala interpretación de los niveles de tensión y unificar los criterios para instalaciones eléctricas, se debe cumplir con el siguiente código de colores:

120 V Fase Negro – Neutro Blanco  
240 V Fase Negro – Fase Rojo – Neutro Blanco  
208 V Fase Amarillo – Fase Azul – Fase Rojo  
240 V Fase Negro – Fase Rojo – Fase Azul  
480 V Fase Café – Fase Naranja – Fase Amarillo – Neutro Gris

#### PUESTAS A TIERRA.

Toda instalación eléctrica cubierta por el presente Reglamento, excepto donde se indique expresamente lo contrario, debe disponer de un Sistema de Puesta a Tierra, en tal forma que cualquier punto del interior o exterior, normalmente accesible a personas que puedan transitar o permanecer allí, no estén sometidos a tensiones de paso, de contacto o transferidas, que supere los umbrales de soportabilidad cuando se



#### CORRIENTE ELECTRICA

Todos los elementos de la naturaleza están compuestos de átomos y una de las partículas principales de todos los átomos son los electrones, los cuales se pueden desplazar de un átomo a otro, incluso entre materiales diferentes, formando corrientes eléctricas. Se puede decir que la corriente eléctrica es transmisión de energía, y se desplaza aproximadamente a 300.000 Km/s, debe existir necesariamente un circuito que permita el flujo constante de electrones.

#### MAGNITUDES ELECTRICAS FUNDAMENTALES

##### a. Intensidad.

Conocida también como amperaje o simplemente corriente, es la cantidad de electrones que circula por un conductor en unidad de tiempo.

##### · Amperio(A).

Es la unidad de medida de la intensidad de corriente, equivalente a  $6.28 \times 10^{18}$  electrones en un segundo, a través de un conductor.

Cuando se tiene corrientes más pequeñas se emplean los submúltiplos:

§ Miliamperio (mA): Equivale a la milésima parte del amperio.  
 $\text{mA} = 0.001 \text{ A} = 10^{-3} \text{ A}$

§ Microamperio: (uA): Equivale a la millonésima parte de un amperio.  
 $\text{uA} = 0.0000001 \text{ A} = 10^{-6} \text{ A}$

Medición de la corriente eléctrica.

Para poder medir la corriente hay que tener en cuenta lo siguiente:

- Se necesita tener un circuito cerrado por donde circule la corriente.

- La medición se realiza con el amperímetro, multímetro o la pinza amperométrica.
- Se conecta en serie, por lo cual se corta o interrumpe solamente uno de los conductores que va de la fuente a la carga conectando los extremos obtenidos al amperímetro o al multímetro.
- Si se va a medir corriente alterna no es necesario tener en cuenta su polaridad.
- Cuando se use la pinza amperométrica, instrumento especialmente diseñado para medir corriente alterna no es necesario interrumpir el circuito, sino que simplemente se abre la pinza para poder introducir el conductor.
- Se debe medir la corriente en un solo conductor a la vez.

#### B. Tensión.

Conocida también como fuerza electromotriz, característica esencial de una fuente de energía que permite hacer circular una corriente por un circuito. También se dice que es la diferencia de potencial entre dos conductores o dos puntos de un circuito, su unidad de medida es el voltio.

- Voltio(V).

Es la diferencia de potencial eléctrico que existe entre dos puntos de un circuito.

Tensión de Línea o tensión compuesta (EL): Es la diferencia de potencial que hay entre dos conductores de línea, es decir que se da entre dos fases.

Tensión de fase o tensión simple (EF): Es la diferencia de potencial que hay entre un conductor de línea o fase y el neutro.

Medición de la tensión.

Para poder medir la tensión de un circuito se debe tener en cuenta lo siguiente:

- La medición se realiza con el voltímetro o el multímetro,

técnicas.

#### REGLAMENTO TÉCNICO DE INSTALACIONES ELECTRICAS (RETIE)

Vigencia: El reglamento técnico tendrá una vigencia de tres años (2004- 2007).

El RETIE está orientado a las instalaciones desde baja tensión hasta extra alta tensión. Debido a que los umbrales (dependen de varios parámetros fisiológicos y eléctricos) de percepción del paso de corriente (1.1 mA), y a las reacciones a soltarse (10 mA), de rigidez muscular o de fibrilación (25 mA) se presentan con valores muy bajos de corriente para los seres vivos y su consecuencia directa puede ser la muerte o la pérdida de algún miembro, cualquier accidente de origen eléctrico debe tomarse como la máxima gravedad potencial.

Adicionalmente, al considerar el uso masivo de instalaciones y que la continuidad en su utilización es casi permanente a nivel residencial, comercial, industrial y oficial, la frecuencia de exposición al riesgo también presenta su nivel mas alto.

Es de carácter obligatorio:

- Los reglamentos técnicos se establecen para garantizar la seguridad nacional, la protección de la salud o seguridad humana, de la vida animal y vegetal, del medio ambiente y la prevención de practicas que pueden inducir a error a los consumidores.
- Deben asegurar la calidad de las instalaciones y productos que las empresas utilizan para la correcta prestación de su servicio, ya sean de origen nacional o provenientes de otro país que haya suscrito el acuerdo sobre obstáculos técnicos del comercio.
- Establece las exigencias y especificaciones que garanticen la seguridad con base en el buen funcionamiento de las instalaciones, la confiabilidad, calidad y adecuada utilización de los productos, y fija los parámetros mínimos de seguridad para las instalaciones eléctricas de manera que se tengan las condiciones necesarias para:

- a) Evitar accidentes por contactos directos e indirectos.

Al revisar las especificaciones de las UPS, posiblemente encuentre la capacidad en VA (volti-amperios) y no en vatios (Watts), entonces debe convertir los voltios-amperios en vatios para saber si una UPS le sirve (multiplique los VA por 0,6 para obtener el dato en vatios. Si quiere convertir de vatios a VA divida los vatios en 0.6).

### DAÑOS EN EL HARDWARE

Una de las principales causas que producen daños en el hardware y software es la pérdida de energía por apagones o cortos circuitos ocurridos en las instalaciones; al perderse la corriente eléctrica puede suceder:

- a. La información que estaba en memoria por ser volátil se pierde si no ha sido grabada.
- b. Los lectores del disco duro se pueden quedar a medio camino sin la posibilidad de volver a su puesto de arranque al momento de ocurrir una pérdida de energía (apagón). Al momento de restaurarse la energía lo que hacen es volver a su puesto original arrastrándose por el medio físico del disco rayándolo; lo cual implica dañar los clúster del disco y con ello la lectura de los archivos.

### CAUSAS QUE PROVOCAN PERDIDAS DE ENERGIA EN UN CENTRO DE COMPUTO

Según el RETIE las posibles causas de perdidas de energía las ocasionan:

- a. Arcos Eléctricos: Producidos por empalmes o uniones mal hechos que generan un mal contacto, cortocircuitos, apertura o cierre de un circuito bajo carga.
- b. Cortocircuito: Ocasionado por fallas en el aislamiento, imprudencia cuando se efectúa una instalación o trabajo eléctrico o humedades.
- c. Equipos defectuosos: Causados por el tiempo de uso, mala instalación, mantenimiento o uso inadecuado.
- d. Sobrecargas: Las causas más comunes son las conexiones flojas y la conexión de muchos computadores en un solo toma, de manera que superan los límites nominales de la corriente que puede circular por los conductores. Los riesgos por sobrecarga también pueden estar originados por instalaciones eléctricas que no cumplen las normas

conectado en paralelo.

- La tensión se mide fundamentalmente en la fuente, por lo cual no es necesario tener un circuito. Cuando se tenga este, además de medir la tensión de la fuente, es posible medir la tensión que llega a cada una de las cargas del circuito.
- c. Resistencia. Es la oposición o dificultad que ofrece un conductor al paso de la corriente. La unidad que se emplea para medir esta magnitud es el ohmio.
- Ohmio.

Es la resistencia que ofrece una columna de mercurio de 106.3 cm de longitud y 1 mm de sección al paso de la corriente.

Con esta unidad sucede lo contrario que con el amperio y el voltio, ya que por ser muy pequeña, es muy común el uso de unidades más grandes llamadas múltiplos.

§ Kiloohmio: Equivale a 1000 ohmios.

§ Megohmio: Equivale a un millón de ohmios.

Medición de la resistencia.

- La medición se realiza con un instrumento llamado ohmetro o un multímetro.
- Antes de conectar el ohmetro es necesario desenergizar completamente el circuito de toda tensión exterior, porque el ohmetro tiene una fuente interna que entrega la tensión necesaria.
- El ohmetro se conecta en paralelo con el elemento cuya resistencia se quiere medir y en ningún caso interesa la polaridad.
- Una variedad del ohmetro, empleado en instalaciones eléctricas en centros de computo es el megger o megohmetro, que sirve para determinar si el aislamiento de los conductores entre sí, o con la tierra, es el correcto y evitar de esta manera posibles fugas.



Factores que afectan la resistencia de un conductor.

**Longitud del conductor (L):** La resistencia y la longitud del conductor son directamente proporcionales, es decir que cuanto más largo sea el conductor presentara mayor oposición al paso de la corriente.

**Sección del Conductor (S):** La resistencia y la sección, grosor o calibre del conductor son inversamente proporcionales, es decir que cuanto más grueso sea el conductor, presentara menor oposición al paso de la corriente.

**Temperatura:** Normalmente con el incremento de la temperatura aumenta la resistencia de los conductores. Sin embargo se encuentra materiales en los cuales, al aumentar la temperatura disminuye la resistencia. Es decir que, para algunos materiales, la resistencia y la temperatura son directamente proporcionales, y para otros materiales son inversamente proporcionales.

d. **Potencia eléctrica.**

Es el trabajo eléctrico que se realiza en una unidad de tiempo. La unidad que se utiliza para medir esta magnitud es el Vatio o Watt.

- Vatio ó Watt.

Es el trabajo realizado cuando fluye un amperio, con una diferencia de potencial de un voltio. En instalaciones eléctricas de un centro de un centro de computo normalmente no se emplean múltiplos, ni submúltiplos de esta unidad.

Potencia disipada o perdida de potencia.

No siempre el trabajo en un circuito es útil. Hay casos en los cuales el trabajo se pierde dando origen a lo que se conoce como potencia perdida o disipada.

aislamiento eléctrico, sobre empalmes de alambres cuya temperatura no sea mayor de 80°C y la tensión no supere los 600 V. Debe tener las siguientes condiciones:

- Los bordes de la cinta aislantes deben ser rectos y continuos.
- Cuando sean desenrollados la superficie debe conservarse lisa

### REGULADORES O ESTABILIZADORES DE VOLTAJE

Protege el PC de bajas de tensión y sobretensiones. Además los reguladores de buena calidad incluyen supresor de picos y filtros que eliminan la interferencia electromagnética.

**Sobretensión:** es un incremento rápido en el voltaje (y un pico es una sobretensión extremadamente fuerte).

**Baja de tensión:** es una reducción en el nivel del voltaje.

Cuando un regulador nota que el voltaje baja del nivel normal (120 voltios) automáticamente lo sube y lo mantiene estable, y viceversa. Los reguladores de voltaje de empresas como TrippLite y APC por ejemplo, pueden continuar ofreciendo un voltaje estable (120 voltios) aunque una baja de tensión lo haya enviado a un nivel tan bajo como 85 voltios.

### UNIDADES DE RESPALDO DE ENERGÍA UPS

Las UPS tienen baterías que en caso de un corte de energía, le permiten continuar trabajando con el PC durante algunos minutos (entre 5 y 15 minutos aproximadamente). Ese tiempo es suficiente para que almacenen los archivos que estaban abiertos, cerrar los programas y apagar el PC correctamente. Entre más capacidad (en VA) tenga una UPS y menos dispositivos tenga conectados, más tiempo tendrá para continuar trabajando.

Algunas UPS incluyen también supresores de picos, filtros para el ruido y pueden manejar las bajas de tensión así como administración por software.



- Frecuencia de encendido
- Temperatura ambiente en el momento del encendido
- Tensión de alimentación

Recomendaciones para obtener una buena iluminación

- Suministrar la cantidad de luz necesaria para cada ambiente.
- Buscar el sistema de iluminación más conveniente.
- Usar fuentes luminosas que aseguren una buena distribución de la luz y de los colores.
- Elegir el tipo de lámparas de acuerdo a las necesidades
- Buscar la distribución más conveniente de las luminarias así como la altura mas apropiada.

#### UNIONES O EMPALMES

Es la conexión sólida que se establece entre dos o más conductores sin que haya entre ellos ningún tipo de material aislante que impida o dificulte el paso de la corriente.

En instalaciones eléctricas de un centro de computo casi el 100% de empalmes se reduce prácticamente a la unión “cola de rata” el cual se realiza de la siguiente manera:

Se le quita el material aislante de los extremos de los conductores a unir, de 3 a 5 cm, según el calibre del conductor, luego se superponen los conductores a unir por la parte mas próxima al material aislante, de manera que formen un ángulo de 60º y se sujeta firmemente con los alicates en ese punto para iniciar la torsión de los dos conductores ya sea con los dedos o con otros alicates, de manera que ambos conductores vayan formando una trenza con una serie de 4 o 5 espirales simétricas y fuertemente apretadas.

Actualmente para ciertas uniones sobre todo con cables o alambres delgados se emplean los conectores.

#### ENCINTADO.

Las cintas termoplásticas de PVC o de polietileno se usan como



#### LEYES ELÉCTRICAS FUNDAMENTALES

##### Ø Ley de ohm

Para que haya corriente en un circuito es necesario que exista una diferencia de potencial entre los conductores, quienes a su vez presentaran mayor o menor resistencia al paso de los electrones.

Es decir que las tres magnitudes fundamentales (tensión, intensidad y resistencia) están íntimamente relacionadas entre sí.

Esta ley se expresa de la siguiente manera:

La intensidad es directamente proporcional a la tensión e inversamente proporcional a la resistencia.

$$I = E/R$$

$$E = I * R$$

$$R = E/I$$

##### Ø Ley de Watt

Expresa la relación existente entre la potencia, la intensidad y la tensión y se enuncia de la siguiente manera:

La potencia es directamente proporcional a la intensidad y a la tensión.

Esta ley se expresa matemáticamente de la siguiente manera:

$$P = I * E$$

$$E = P/I$$

$$I = P/E$$



### CARGA DE DISEÑO PARA DIFERENTE EQUIPOS ELÉCTRICOS.

Salida	Carga en Vatios
CPU	230
Impresora	15
Adaptador de Corriente	15
Monitor	75
Parlantes	27
Televisor	150
Video Beam	600
Tomacorriente	100
Tomacorriente Doble	150
Ventilador	100

### CIRCUITO ELÉCTRICO

Es el recorrido o trayectoria que sigue la corriente eléctrica desde que sale de la fuente hasta que retorna a ella, pasando por una o más cargas a través de unos conductores.

#### A. Circuito en serie.

Circuito en el cual la corriente solo tiene una trayectoria a través de dos o más cargas.

En instalaciones eléctricas de centros de computo nunca se emplea este tipo de circuito, porque la tensión que entrega la fuente debe alimentarlo todo y por consiguiente también todas y cada una de las cargas. Al tener la corriente una sola trayectoria se produce sucesivas caídas de voltaje a través de las diferentes cargas, de tal manera que se tendrá un voltaje parcial en cada una de ellas.

#### B. Circuito paralelo.

Circuito en el cual la corriente tiene la posibilidad de seguir dos o más recorridos, a través de dos o más cargas.

En instalaciones de centro de computo, este es el circuito que más se usa.



Se presenta mayores inconvenientes cuando este parpadeo llega a sincronizarse con la velocidad de maquinas giratorias utilizadas en la industria, de tal manera que estas parecen estar en reposo o girando en sentido contrario al verdadero.

### INTERFERENCIAS RADIOELÉCTRICAS.

Las lámparas fluorescentes como todas las lámparas de descarga pueden producir interferencias en los receptores de radio y TV., debido a las oscilaciones de alta frecuencia producidas en las lámparas las cuales se manifiestan en forma de ruidos molestos o perturbaciones en la imagen de un monitor, las molestias producidas por estas interferencias pueden disminuirse o eliminarse con algunas de las siguientes recomendaciones.

- Alejar la lámpara de 2.5 a 3 mt de antenas de los receptores.
- Canalizar los conductores que van a las lámparas por ductos.
- Reducir al máximo la distancia entre la lámpara y el balasto.

#### Temperatura de funcionamiento.

Para obtener el valor máximo luminoso, la temperatura de la pared más fría de la lámpara debe estar entre 30°C y 40°C, con temperatura ambiente de 20°C, por que si esta es muy alta o muy baja se dificulta el encendido.

#### Vida útil de las lámparas fluorescentes.

Cuando la lámpara fluorescente deja de funcionar definitivamente no siempre se debe a la rotura del filamento de los electrodos, sino más bien al desgaste progresivo de los depósitos emisores de electrones, situados en los electrodos.

Entre otros factores como la duración de las lámparas fluorescentes (6000 horas) dependen de:

- Naturaleza y presión del gas que tiene la lámpara
- Procedimiento de encendido de la lámpara



Esta aplicación se encuentra en los llamados bombillos cuyas partes más importantes son: el filamento, la ampolla y el casquillo.

Las lámparas incandescentes no son las más recomendables en un centro de computo debido a su baja luminosidad.

Su duración nominal se considera de mil horas, tiempo que puede verse afectado, entre otras causas, por la frecuencia con la que se enciende y se apaga la lámpara.

#### LÁMPARAS REFLECTORAS.

Son lámparas cuya ampolla generalmente presenta una forma parabólica o elíptica, en cuyo interior existe un recubrimiento de una sustancia altamente reflectora.

Ventajas sobresalientes de las lámparas reflectoras:

- a. Control direccional del flujo luminoso emitido.
- b. Factor de conservación elevado pues el reflector no puede ensuciarse.

#### LÁMPARAS FLUORESCENTES.

Son las más utilizadas en centros de computo, estas lámparas son de descarga eléctrica en atmósfera de vapor de mercurio a baja presión y un gas inerte, cuyas paredes internas están recubiertas con sustancias fluorescentes.

#### EFFECTO ESTROBOSCOPIO.

Es la fluctuación o parpadeo que se presenta en la luz producida por las lámparas fluorescentes, por que estas funcionan con corriente alterna, la cual cambia de dirección 120 veces por segundo. A pesar de que este fenómeno no es percibido conscientemente por las personas puede ocasionar cansancio o fatiga visual.



## CONDUCTORES ELÉCTRICOS

Materiales en forma de alambre y/o cable a través del cual se desplaza fácilmente la corriente eléctrica, normalmente son de cobre y deben tener baja resistencia eléctrica, ser mecánicamente fuertes y flexibles, llevar un aislamiento acorde al uso que se les va a dar.

Clases de conductores.

En las instalaciones eléctricas de centros de computo, normalmente se usan los siguientes tipos de conductores:

- Alambre: hilo filamento de metal, trefilado o laminado, para conducir corriente eléctrica. Normalmente son de cobre.
- Cable: conjunto de alambre sin aislamientos entre sí y entorchado en capas concéntricas. Se emplea cuando se requiere mucho más flexible que el alambre.
- Cable paralelo o duplex: esta conformado por dos cables los cuales se encuentran unidos o pegados únicamente por sus aislamientos. Se usan mucho para conectar electrodomésticos y lámparas.
- Encauchetado: cuando dos o más alambres o cables independientes vienen dentro de otro aislados común.
- Coaxial: cables especialmente fabricados para conectar las antenas de los televisores.
- Telefónico: conductores que se emplean para líneas telefónicas. Tienen mucha similitud con los conductores encauchetados, diferenciándose de estos por el calibre, pues son alambres muy delgados (AWG 22) y van retorcidos por pares. Se encuentran de un par, dos pares, tres pares, etc.
- Cable polarizado: son usados para conectar los parlantes a un equipo de sonido. Es similar al cable paralelo o duplex, normalmente son de



calibre 22 y uno de los dos cables lleva alguna identificación, por ejemplo una línea roja a lo largo de todo el conductor.

Características sobresalientes que deben tener los conductores.

Los alambres y cables que se usan en las instalaciones de centros de cómputo deben ser rotulados, el cual se hace en alto relieve o impreso con tinta indeleble. También se acepta en bajorrelieve siempre y cuando no se reduzca el espesor del aislamiento por debajo del mínimo establecido en el RETIE.

Información que debe consignarse en el rotulado.

- Calibre del conductor en AWG o mm cuadrado.
- Material de que esta hecho el conductor.
- Tensión nominal: 300 voltios, 600 voltios.
- Nombre del fabricante.
- Tipo de conductor (alambre – cable).

Clasificación.

Según el RETIE se clasifican por clases:

- Clase A: utilizado para conductores a ser recubiertos con materiales impermeables, retardantes al calor y para conductores desnudos, donde se requiere mayor flexibilidad.
- Clase AA: utilizado para conductores desnudos normalmente utilizados en líneas aéreas.
- Clase B: utilizado para conductores que van a ser aislados con materiales tales como cauchos, papel, telas barnizadas y para conductores en los indicados en la clase A.
- Clase C y D: para conductores donde se requiere mayor flexibilidad de la proporcionada por la clase B.

Aislamientos.

Los tipos de aislamiento a los que hace alusión el RETIE son:



dos componentes deben ser diseñados y fabricados de tal forma que garanticen una correcta conexión eléctrica.

Características de los tomacorrientes:

- Los tomacorrientes deben ser construidos de tal manera que garanticen la permanencia de las características mecánicas, térmicas y dieléctricas de todos sus componentes, a pesar del uso y envejecimiento, de tal manera que no se altere su desempeño y afecte la seguridad de las personas e instalaciones.
- Los tomacorrientes polarizados con polo a tierra deben tener claramente identificados los polos de las fases mediante las letras así como los terminales de neutro y tierra.
- Se debe especificar claramente la corriente y tensión nominal.
- La resistencia eléctrica entre el contacto de conexión a tierra de la toma y el enchufe no debe ser mayor a 50 mili ohmios.
- Las partes destinadas para conducir corriente (contactos) deben fabricarse en cobre, aluminio u oro, pero nunca en materiales ferrosos.
- Las cajas de salida para tomacorrientes deben colocarse en posición horizontal a una altura mínima de 20 cm del piso.
- La distancia mínima entre dos tomas es de 3 mt.
- Los tomas a la intemperie se ubicaran a una altura mínima de 45 cm del piso.
- El calibre mínimo de los conductores que se conectan a los tomacorrientes debe ser el No.12 AWG.

## ILUMINACIÓN

Es la acción y el efecto de iluminar. El nivel de la iluminación depende de los siguientes factores: El flujo luminoso, el tipo de reflector que se utiliza en la lámpara, el color del techo, los muros y el piso, así como de la altura y espaciamiento que haya entre las luminarias.

## LÁMPARAS INCANDESCENTES.

Sistema en el cual la luz se origina como consecuencia del paso de corriente eléctrica a través de un resistencia o filamento.

- a. Se ha producido algún cortocircuito entre algunas de las líneas.
- b. Existen cargas que requieren corrientes de arranque muy altas, y el valor del disparo magnético no está debidamente calibrado.
- c. Existe mucha humedad ambiental que origina defectos en el aislamiento. Hay que usar interruptores termo magnéticos a prueba de humedad

### INTERRUPTORES

Aparatos de maniobra manual que permiten o interrumpen el paso de corriente, para el control de una determinada fuente luminosa. Tanto para prender como para apagar se requiere la acción directa de una persona.

Están compuestos por dos bornes fijos a los que se conectan los conductores de entrada y salida, y una pieza metálica móvil que establece o interrumpe el contacto eléctrico entre ambos bornes, los bornes se conectan siempre a la fase en serie con el aparato que ha de controlar.

Un interruptor debe cumplir con las siguientes características:

- Las posiciones de encendido y apagado deben estar claramente indicadas en el cuerpo del interruptor.
- Los interruptores se colocan en forma vertical.
- Los interruptores se deben colocar en lugares fácilmente accesibles.
- Se deben ubicar en la parte interior junto a la puerta de entrada, aproximadamente a 10 o 20 cm del marco y 1.20 mts del piso, de manera que al abrirse la puerta, el interruptor no quede oculto.
- Los interruptores que van a ser instalados a la intemperie deben estar protegidos mediante encerramiento o prueba de intemperie.

### TOMACORRIENTES

Conocido también simplemente como toma, es un dispositivo de contacto que se instala en una caja de salida, con una serie de orificios para alojar las clavijas de un enchufe, con el fin de establecer contacto o conexión entre los conductores conectados a las clavijas del enchufe y los conductores conectados a los orificios del tomacorriente estos

- TW: resistente a la humedad.
- THW: resistente al calor (75° C) y a la humedad.
- THHN: resistente al calor (90° C).

### CÓDIGO DE COLORES.

Con el objeto de evitar accidentes, por la mala interpretación de los niveles de tensión y unificar los criterios para instalaciones eléctricas, es necesario cumplir con el código de colores que debe tener el aislamiento del conductor de acuerdo con el RETIE y la norma NTC 2050 de Icontec.

- El neutro (puesto a tierra): los conductores que se usan como neutro deben llevar un color de aislamiento blanco o gris natural.
- Fases (conductores activos o líneas vivas): para el aislamiento de estos conductores es necesario tener en cuenta las siguientes situaciones:
  - a. Sistema monobásico 120 voltios: negro.
  - b. Sistema trifásicos tetrafilar 208 / 120 voltios: amarillo, azul y rojo.
  - c. Puesta a tierra: el conductor de puesta a tierra y el conductor de puesta a tierra de los equipos de un circuito ramal se deben identificar con un color verde. En lugar de un conductor aislado, con las características señaladas puede emplearse un conductor desnudo.

### CALIBRE O SECCIÓN.

De acuerdo a la AWG el calibre de los conductores se identifican mediante un número: Los números más altos hacen referencia a los calibres más delgados y los números más bajos a calibres más gruesos, como pueden apreciarse en la siguiente tabla.

### CALIBRE DE CONDUCTORES.

Nº AWG	Diámetro mm	Sección en mm <sup>2</sup>	Espesor promedio del aislamiento		R a 20°C en W/Km
			TW-THW en mm	THHM en mm	
24	0.50	0.20			84.10
22	0.64	0.32			53.20
20	0.81	0.52			33.30
18	1.02	0.82			21.00
16	1.29	1.31			13.20
14	1.63	2.08	0.76	0.38	8.29
12	2.05	3.31	0.76	0.38	5.21
10	2.59	5.26	0.76	0.51	3.28
8	3.26	8.37	1.14	0.76	2.06
6	4.11	13.30	1.52	0.76	1.32
4	5.19	21.15	1.52	1.02	0.83
3	5.83	26.70	1.52	1.02	0.66
2	6.54	33.63	1.52	1.02	0.522
1	7.33	42.41	2.03	1.27	0.417
1/0	8.25	53.51	2.03	1.27	0.328
2/0	9.27	67.44	2.03	1.27	0.261
3/0	10.40	85.03	2.03	1.27	0.207
4/0	11.68	107.22	2.03	1.27	0.164

En la tabla anterior se puede apreciar:

- Los conductores hasta el Nº 10 son alambres y del Nº 6 en adelante corresponden a cable. El conductor Nº 8 puede ser alambre o cable.
- El diámetro y la sección del conductor esta dado sin tomar en cuenta el aislamiento, es decir como conductor desnudo.
- El espesor del aislamiento es el valor promedio que indica el RETIE.

Corriente que pueden conducir. La cantidad de corriente que se puede pasar por un conductor depende principalmente del calibre que este tenga. Sin embargo existen otros aspectos como la temperatura y la humedad.

cuito - Icc) de manera casi instantánea, las cuales generan temperaturas tan altas que pueden fundir y destruir los conductores, ocasionando además accidentes muy peligrosos a personas.

Los interruptores termo magnéticos pueden evitar los efectos de un cortocircuito, gracias al dispositivo electromagnético (una bobina) que poseen. Cuando circula por la bobina una corriente muy alta, originará un campo magnético tan intenso que accionará en forma casi instantánea, los mecanismos que interrumpen el paso de corriente del interruptor termo magnético.

Un buen interruptor termo magnético debe actuar sin sufrir daño interno.

Instalación y conexiones:

Los automáticos se conectan en serie con el circuito, de manera que circule a través de ellos, toda la corriente del circuito que se quiera proteger.

Causas de disparo de automáticos:

- Por acción del dispositivo térmico.
  - a. El dimensionamiento del interruptor esta por debajo de la corriente exigida por la carga.
  - b. Uno de los cables puede estar mal apretado, generando mayor cantidad de calor de lo normal, el cual cuando se transmite al interruptor produce su disparo.
  - c. Alguno de los conductores conectados al interruptor tienen un calibre menor que el requerido, de manera que cuando circule mayor corriente que la permitida por el conductor, este se recalentará hasta transferir el calor al interruptor, produciéndose un disparo indebido.
  - d. La temperatura ambiente es muy alta (superior a 40°C).
- Por acción del dispositivo electromagnético



ción debe quedar visible después de la instalación del tablero.

b. Tableros en lugares húmedos y mojados.

Los tableros deberán colocarse u equiparse de manera que eviten la entrada de humedad o agua y su acumulación dentro de ella, y se montaran de modo que haya un espacio libre de por lo menos 6 mm entre ellos y la superficie que los soporta; estos tableros deben ser a prueba de agua.

CORTACIRCUITOS

Los elementos de protección usados en instalaciones eléctricas en un centro de computo son los interruptores termo magnéticos, más comúnmente llamados tacos o simplemente automáticos, ubicados exclusivamente en las líneas vivas (fases) de los tableros de distribución que se pueden accionar de manera manual o automática, razón por la cual estos tableros deben estar colocados en lugares de fácil acceso y sin ningún tipo de obstáculos que dificulten o impidan su accionamiento manual cuando se necesita. Sobreintensidad o sobre-corriente:

- Es el aumento progresivo y por tiempo prolongados de la intensidad hasta sobrepasar los límites prefijados.
- Se producen una sobrecarga cuando se conectan una o varias cargas, que absorben una corriente mayor y a la que pueden circular manualmente por los interruptores automáticos.
- La protección se produce gracias al elemento térmico compuesto por un bimetálico, el cual, cuando se prolonga mucho la sobrecarga se va flectando hasta producir la desconexión automática (disparo) del circuito, interrumpiendo por consiguiente el paso de la corriente.

CORTOCIRCUITO.

Es la unión directa de dos conductores con diferente potencial (dos fases o una fase con neutro), sin que medie entre ambos una carga, produciendo el paso de intensidades altísimas (corrientes de cortocir-



CAPACIDAD DE CONDUCCIÓN DE CORRIENTE EN LOS CONDUCTORES.

CALIBRE AWG	POR PRODUCTO			AL AIRE LIBRE		
	TW	THW	THHW	TW	THW	THHW
14	20	20	25	25	30	35
12	25	25	30	30	35	40
10	30	35	40	40	50	55
8	40	50	55	60	70	80
6	55	65	75	80	95	105
4	70	85	95	105	125	140
3	85	100	110	120	145	165
2	95	115	130	140	170	190
1	110	130	150	165	195	220
1/0	125	150	170	195	230	260
2/0	145	175	195	225	265	300
3/0	165	200	225	260	310	350
4/0	195	230	260	300	360	405

DUCTOS Y CANALIZACIONES

Canalización: es el sistema diseñado y empleado para contener los conductores, mediante la utilización de ductos o tuberías.

Ducto o tubería.

Cuerpo cilíndrico y cerrado diseñado especialmente para que pasen por su interior los conductores.

Ductos metálicos.

Más conocidos simplemente como tubos conduit. En las instalaciones eléctricas de un centro de computo su uso es cada vez más restringido, limitándose a casos en los cuales existe la posibilidad de daños mecánicos, o cuando este expresamente indicado.

En general los tubos metálicos tienen mayor resistencia mecánica a los golpes, conductividad eléctrica y resistencia eléctrica.

Características de ductos metálicos:



- Deben ser de acero galvanizados, los extremos de los tubos deben estar debidamente enroscados, sin rebabas o filos que pueden dañar el aislamiento de los conductores.
- La unión entre tubos y con las cajas debe hacerse con las correspondientes uniones, terminales y contratuercas.
- Cuando se requieran curvas, es necesarios utilizar codos estandarizados.

Ductos no metálicos.

Conocidos simplemente como tubos PVC, son tubos elaborados en material no metálicos a base de cloruro de polivinilo. Deben ser de color verde.

Características de ductos no metálicos:

- Peso liviano, más o menos seis veces inferior al peso de ducto metálico.
- Fácil instalación.
- Resistente a la corrosión.
- Resistente al impacto.
- Resistente al fuego.
- Fácil alambrado.
- Son económicos.

De acuerdo al RETIE, los ductos no metálicos si se instalan en pisos hay que ubicarlos a 45 centímetros de profundidad, protegidos por una placa de concreto de 5 centímetros de espesor, deben ir incrustados o empujados, teniendo la precaución de que un tramo entre caja y caja nunca tenga más de 3 codos de 90°. Los ductos nunca deben tener los diámetros inferiores a 1/2”.

Número máximo de conductores que pueden introducirse en los ductos.

El diámetro interno de los tubos tiene que estar de acuerdo con el número de conductores que se introducirán en ellos, así:

calibre mínimo 0.912 con las siguientes características:

- Alta resistencia de impacto.
- Auto – extingible.
- No higroscópico.
- No degradación.
- Resistencia a la deformación por temperatura.
- Dimensiones: 320 mm \* 195 mm \* 185 mm de profundidad
- b. Para las cajas de empalme, sirven exclusivamente para realizar conexiones y derivaciones de conductores, su uso se limita a casos especiales:

Aspectos generales:

- Todas las cajas de salida metálicas se deben conectar solidamente a tierra.
- Deben ser de tamaño suficiente, para que quede espacio libre para los conductores instalados.
- Se debe emplear una caja siempre que tenga que instalar un aparato, cuando se cambie el diámetro de la tubería o cuando se tenga que cambiar el calibre del conductor.
- El acople del ducto con la caja debe hacerse siempre mediante la boquilla y tuerca correspondientes, para que la unión sea firme y sólida.

TABLEROS

a. Disposición en general.

Se define como tablero a un panel en el cual están ensambladas las barras para distribución y que contienen los dispositivos de protección de sobrecorriente; adicionalmente, pueden contener o no suiches para el control de circuitos de iluminación, calor o potencia; debe estar ubicado en una caja y con acceso únicamente por el frente.

Los tableros deben tener una marca permanente de los fabricantes que incluya: tensión, en voltios; la capacidad nominal de corriente, en amperios; en numero de fases y de hilos para los cuales han sido diseñados; el nombre del fabricante o la marca comercial. Esta informa-



pueden ser salidas de alumbrado, suiches o dispositivos semejantes, tomacorrientes, puntos de empalme, de derivación o de tiro.

Normas que deben cumplir las cajas de distribución:

- En instalaciones terminadas las cajas deben cubrirse con un a tapa metálica, las tapas no deben cubrirse con ningún tipo de material.
- No se instalaran cajas redondas donde las tuberías o conectores deban ubicarse a las paredes laterales de la caja por medio de tuercas o boquillas.
- Las cajas metálicas deben en ponerse a tierra cuando se usan en instalaciones con tubería no metálica.
- Para la instalación de cajas metálicas o no se deben utilizar los adaptadores terminales o medios de unión aprobados.
- En lugares húmedos deben colocarse cajas adecuadas para impedir que la humedad entre o se acumule dentro de ellas, deberán ser cajas aprobadas para este uso.
- Las cajas deben ser de un tamaño tal que deje espacio suficiente para los conductores encerrados en la caja.
- Las aberturas por donde entran los conductores no utilizadas también deben cerrarse.
- Las cajas de empalme, de paso y de salida deben instalarse de tal manera que los conductores contenidos en ella sean accesibles sin retirar parte alguna de los acabados de la edificación, o en instalaciones subterráneas sin tener que excavar aceras o pavimentos u otros materiales de acabado.

### CAJAS DE SALIDA

Son elementos metálicos o en PVC de forma cuadrada, octogonal o rectangular, que sirven para colocar diversos aparatos, realizar empalmes, etc. que manualmente van instalados o incrustados.

Tipos de caja.

En las instalaciones eléctricas para centros de computo encontramos:

- Para el contador deben estar construidas con lámina de acero,



NÚMERO MÁXIMO DE CONDUCTORES QUE PUEDEN INTRODUCIRSE EN LOS DUCTOS.

CALIBRE AWG	DIÁMETRO DEL TUBO O DUCTO							
	½"	¾"	1"	1 ¼"	1 ½"	2"	2 ½"	3"
14	4	8	13	23	32	55	79	123
12	3	6	10	19	26	44	63	99
10	2	5	8	15	20	34	49	77
8	1	3	5	9	12	20	29	46
6	1	1	3	7	9	16	22	35
4	1	1	3	5	7	12	17	26
3		1	2	4	4	10	14	22
2		1	1	3	3	8	12	19
1		1	1	2	2	6	8	13
1/0		1	1	1	1	5	7	11
2/0		1	1	1	1	4	6	10
3/0			1	1	1	3	5	8
4/0				1	1	3	4	7

DIÁMETRO Y SECCIÓN INTERNA DE LOS DUCTOS.

DUCTOS		
DIÁMETRO NOMINAL EN PULGADAS	DIÁMETRO INTERNO EN mm	ÁREA INTERIOR EN mm <sup>2</sup>
½"	18	254
¾"	23	415
1"	30	707
1 ¼"	38	1133
1 ½"	44	1519
2"	55	2374
3"	82	5278



### CONDUCTORES MÁS AISLAMIENTOS.

CONDUCTORES MÁS AISLAMIENTO		
Nº AWG	DIÁMETRO EN mm	SECCIÓN EN mm <sup>2</sup>
14	3.15	7.8
12	3.57	10.8
10	4.11	13.3
8	5.54	24.1
6	7.15	40.2
4	8.23	53.2
2	9.58	72.0
1/0	12.31	119
2/0	13.33	140

### DUCTOS PARA ACOMETIDAS.

DUCTOS PARA ACOMETIDAS				
CONDUTORES			DIÁMETRO NOMINAL	% DE ÁREA DE OCUPACIÓN
FASES	NEUTRO	TIERRA		
8	8	10	¾"	16.2
3 * 8	10	10	1"	17.0
3 * 6	8	10	1 ¼"	15.7
3 * 4	6	8	1 ¼"	21.5
3 * 2	4	8	1 ½"	22.1

### ACOMETIDA

Parte de la instalación eléctrica que va desde la red local de distribución hasta el contador eléctrico.

En las acometidas generales no se permiten derivaciones, ni ningún tipo de cajas de empalme, debiéndose instalar de tal manera que no sea posible realizar conexiones antes del contador.

Acometida aérea.

Los conductores aéreos de acometida que van desde el último poste o



- a. 0.5 A si el circuito ramal es exclusivo para cargas electrónicas y es atendido por personas calificadas.
- b. 22 mA si el circuito ramal no tiene cargas electrónicas.

- Estos valores deben entenderse como asociados a corrientes inevitables, y no bajo condiciones de funcionamiento anormal, debido a instalaciones defectuosas.
- Los conductores de cobre que se utilizan para la puesta a tierra deben tener las siguientes características:

- a. Calibre del conductor del electrodo: cuando la acometida es No. 2 AWG o menor, será No. 8 AWG, si el conductor es 1/0 el de puesta a tierra será No. 6 AWG y si el de la acometida es de 2/0 o 3/0, el de puesta a tierra será No. 4 AWG.
- b. El calibre del conductor de puesta a tierra que se usa para conectar los equipos en función de la intensidad nominal que absorben será de No. 14 AWG para 15 A, No. 12 AWG para 20 A, No. 10 AWG para 30, 40, 60 A, No. 8 AWG para 100 A y No. 6 AWG para 200 A.
- c. El aislamiento de los conductores de los cableados de puesta a tierra que por disposición de la instalación se requieran aislar, deben tener un aislamiento de color verde.

- Antes de efectuar trabajos de conexión o desconexión en los conectores del sistema de puesta a tierra se debe verificar que el valor de la corriente sea 0.
- El valor máximo de la resistencia de puesta a tierra que se va a usar para el neutro de la acometida, en baja tensión será de 25 ohmios.
- La costumbre de usar las tuberías de agua para la conexión de puesta a tierra, actualmente no es la más recomendable, por cuanto estas pueden no ser metálicas en algún tramo, sino de PVC, interrumpiéndose de esta manera la continuidad de puesta a tierra.

### CAJAS DE DISTRIBUCIÓN

Son cajas metálicas o en PVC, de forma rectangular, en las cuales se alojan los elementos de protección de todos los circuitos ramales o parciales de una instalación de un centro de computo, estos elementos



Para que sirve?

La función más importante de la puesta a tierra es la protección de las personas y equipos contra posibles contactos indirectos, con elementos que estén energizados.

Requisitos que debe cumplir:

- La puesta a tierra debe hacerse usando como electrodos varillas de cobre, conocidos comúnmente como varillas COPPERWELL.
- El fabricante de electrodos de puesta a tierra, debe garantizar que la resistencia a la corrosión es mínima de 15 años a partir de su instalación.
- El electrodo debe tener por lo menos 2.4 metros de longitud y 12.7 mm de diámetro, y estar identificado con el nombre del fabricante dentro de los 30 cm de a parte superior.
- Los electrodos deben quedar enterrados en su totalidad para poder tener humedad permanente. Cuando no existe humedad natural, debe crearse una humedad artificial que garantice permanentemente la puesta a tierra.
- Cuando se encuentra fondo rocoso a menos de 1.2 metros, el electrodo debe enterrarse en una zanja horizontal, mínimo a 75 cm de profundidad.
- El punto de unión entre el conductor y el electrodo debe ser fácilmente accesible y estar hecho con soldadura exotérmica o un conector de tipo mecánico certificado para este uso, de manera que la puesta a tierra sea permanente y por ningún motivo se interrumpa.
- La parte superior del electrodo enterrado debe quedar mínimo a 15 cm de la superficie.
- Los conductores de sistema de puesta a tierra deben ser continuos, sin interruptores o medios de desconexión, y cuando se empalmen, estas uniones deben estar certificadas.
- El conductor de puesta a tierra de equipos debe acompañar los conductores activos durante todo su recorrido y por la misma canalización.
- La corriente máxima admisible en los conductores de los sistemas de puesta a tierra, en condiciones de operación normal, no debe sobrepasar los siguientes valores:



soporte aéreo, incluidos los conectores de derivación si los hay hasta los conductores de entrada de acometida.

Las normas más importantes a destacar son:

- El punto de fijación de la acometida no debe ser inferior a 3.5 metros sobre la acera y 5.5 metros sobre las calzadas y carreteras.
- La fijación de los conductores debe hacerse sobre herrajes o accesorios especialmente contruidos para este fin.
- El calibre de los conductores de fase se calculan de acuerdo a la carga instalada, pero en ningún caso debe ser inferior al número 8 AWG.
- Para el conductor neutro debe tenerse en cuenta.
  - a) Si la acometida es monofásica debe ser igual al calibre de la fase.
  - b) En sistema trifásico debe estar capacitado para soportar mínimo el 50% de la intensidad de las fases.
- Los conductores de acometida aérea deben canalizarse entre el soporte y el contador.
- La caída de tensión no debe ser mayor del 3% y del 5%, de lo contrario es necesario utilizar un conductor de mayor calibre.
- Los conductores deben quedar mínimo a 1.5 metros de ventanas, puertas y balcones.

#### ACOMETIDA SUBTERRÁNEA.

Son los conductores subterráneos de la acometida desde la red de la calle, incluidos los tramos desde un poste o cualquier otra estructura o de los transformadores.

#### NORMAS PARA ACOMETIDAS SUBTERRÁNEAS:

- En las acometidas subterráneas las cajas de inspección deben estar fuera del predio del usuario.
- La longitud máxima de la acometida debe ser de 25 a 30 metros.
- Los conductores subterráneos deben tener el aislamiento adecuado, y estar protegidos por canalizaciones contra daños mecánicos,



además de estar a una profundidad no menor de 45 centímetros.

### CAÍDA DE TENSIÓN EN UNA ACOMETIDA.

Es la disminución de la diferencia de potencial a lo largo de un conductor, con la resistencia que tiene. Como norma la caída de tensión no debe superar el 3%.

La caída de tensión se obtiene de la siguiente forma:

$$\Delta E = R * I, \text{ pero } R = rL / 1.000 \text{ metros}$$

donde:

r = coeficiente de la resistencia de un conductor de cobre para un kilómetro.

L = longitud del conductor.

### RESISTENCIA (R) EN W/KM A 20°C.

Resistencia (r) en W/Km a 20°C			
calibre	Coeficiente	calibre	Coeficiente
12	5.2110	2	0.5127
10	3.2770	1	0.4066
8	2.0610	1/0	0.3224
6	1.2960	2/0	0.2557
4	0.8152	3/0	0.2028
3	0.6465	4/0	0.1608

Ejemplo:

Se requiere que una carga de 1200 vatios le lleguen mínimo 117 voltios para que funcione correctamente. Si el punto más cercano, donde puede conectarse el equipo, se encuentra a 50 metros y la tensión en ese punto es de 120 voltios, ¿cuál es el calibre mínimo que debe tener un conductor?



$$\Delta E \text{ máxima} = 120 \text{ v} - 117 \text{ v} = 3 \text{ v}$$

en primer lugar averiguamos la intensidad:

$$I = P/E$$

$$I = 1200 \text{ W} / 120 \text{ V}$$

$$I = 10 \text{ A}$$

Entonces calculamos la resistencia:

$$r = \Delta E * 1.000 \text{ metros} / I * L$$

$$r = 3 \text{ V} * 1.000 \text{ M} / 10 \text{ A} * 100 \text{ M}$$

$$r = 3 \text{ W}$$

El calibre del conductor correspondiente al coeficiente de la resistencia hallada de 3W (en la tabla anterior el valor más cercano por debajo es 2.0610), es el número 8 AWG.

### PUESTA A TIERRA

Tierra: para sistemas eléctricos, es una expresión que generaliza todo lo referente a conexiones con tierra. Se asocia a suelo, terreno, tierra, masa, chasis, carcasa, armazón, estructura o tubería de agua.

El suelo en estado normal es un mal conductor de electricidad y totalmente seco se comporta como material semiconductor o un aislante.

La resistividad del suelo disminuye a medida que aumenta la humedad del mismo, el cual posibilita los procesos electrolíticos necesarios para dispersar la carga eléctrica que es absorbida por la tierra, por lo cual, para que una puesta a tierra sea efectiva debe haber cierto grado de humedad.

Los elementos que se utilizan en una puesta a tierra y que ofrecen mayor protección y seguridad son: limadura de cobre, chatarra, sal, carbón, varilla coper well, tubo PVC y tierra negra.