



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE INGENIERIA

**PROTECCIÓN DE UN SITE CONTRA VARIACIONES
EN EL SUMINISTRO DE ENERGIA**

T E S I S PROFESIONAL

**PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO ELECTRICO ELECTRONICO**

PRESENTA

JOSÉ TRANQUILINO MARTÍN LÓPEZ

Director de Tesis

GUILLERMO LOPEZ MONROY

MÉXICO, D.F.

07 de noviembre de 2012



ÍNDICE

Índice

CAPITULO 1 ANTECEDENTES.....	8
1.1 GENERALIDADES.....	10
1.2 ELEMENTOS DE LA AUTOMATIZACIÓN.....	11
1.3 DOMOTICA.....	13
1.4 EDIFICIOS INTELIGENTES.....	15
1.5 OBJETIVOS.....	19
1.5.1 Arquitectónicos.....	19
1.5.2 Tecnológicos.....	19
1.5.3 Ambientales.....	20
1.5.4 Económicos.....	20
1.6 GRADOS DE INTELIGENCIA.....	20
1.6.1 Grados de inteligencia.....	22
1.7 FASES DE DESARROLLO.....	24
1.7.1 Fase proyectual.....	24
1.7.2 Fase constructiva.....	24
1.7.3 Fase operativa.....	25
1.8 APLICACIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA AL SISTEMA INTELIGENTE.....	26
1.9 MECANISMO DE EVALUACIÓN.....	27
CAPITULO 2 EQUIPOS SENSIBLES.....	29
2.1 SENSORES DE TEMPERATURA.....	30



PROTECCIÓN DE UN SITE CONTRA VARIACIONES EN
EL SUMINISTRO DE ENERGIA



ÍNDICE

2.2	SENSORES DE HUMEDAD	34
2.3	CONTROL DE ILUMINACIÓN.....	35
2.4	FOTORRESISTENCIAS.....	36
2.5	GESTIÓN DE CONSUMOS.....	38
2.6	CLIMATIZACIÓN.....	40
2.7	GESTIÓN DE SEGURIDAD.....	41
2.8	CONTROL DE PRESENCIA.....	43
2.8.1	Lector de teclado	43
2.8.2	Lector de tarjetas.....	44
2.9	CONTROL DE ACCESO.....	45
2.10	SEGURIDAD (ALARMAS DE INCENDIO Y ANTIRROBO).....	46
2.10.1	Alarmas de Incendio:	46
2.10.2	Detectores humo fotodiodo.....	47
2.10.3	Antirrobo:	48
2.11	CIRCUITO CERRADO DE TELEVISIÓN (CCTV).....	49
2.12	SONIDO	50
2.13	OTROS DISPOSITIVOS.....	50
CAPITULO 3 EQUIPOS DE CÓMPUTO Y SITE		56
3.1	EQUIPOS DE CÓMPUTO.....	56
3.1.2	Clasificación	57
3.1.3	Supercomputadoras.....	58
3.1.4	Macrocomputadoras	59
3.1.5	Mini-computadoras.....	60



PROTECCIÓN DE UN SITE CONTRA VARIACIONES EN
EL SUMINISTRO DE ENERGIA



ÍNDICE

3.1.6 Microcomputadoras.....	60
3.2 CENTROS DE CÓMPUTO INTELIGENTE	60
3.3 ADMINISTRACIÓN DEL CENTRO DE CÓMPUTO.....	62
3.3.1 Administración de oficinas	63
3.4 UNA FORMA BÁSICA DE EQUIPOS Y SOFTWARE EN UN CENTRO DE CÓMPUTO INTELIGENTE DEBEN SER:.....	64
3.4.1 Routers.....	64
3.4.2 Switches.....	65
3.4.3 Seguridad/VPN	66
3.4.4 Voz y Comunicaciones IP	67
3.4.5 Wireless	67
3.5 UBICACIÓN DEL CENTRO DE PROCESO DE DATOS (CPD) Y CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL EDIFICIO.	68
3.5.1 Piso Falso	69
3.5.2 Ductos y Cableado de Señal	70
3.5.3 Acústica.....	71
3.5.4 Iluminación.....	74
3.5.5 Aire Acondicionado y Humedad	75
3.6 INSTALACIONES ELÉCTRICAS Y TEMPERATURA AMBIENTAL.....	78
3.6.1 Suministro de Energía Eléctrica.....	78
3.6.2 instalación eléctrica	80
3.6.3 Construcción de la Tierra Física.....	81
3.6.4 Línea Eléctrica Independiente para Servicios.....	86
3.6.5 Placa contra Picos Eléctricos	86



PROTECCIÓN DE UN SITE CONTRA VARIACIONES EN
EL SUMINISTRO DE ENERGIA



ÍNDICE

3.6.6 Regulador de Voltaje.....	86
3.6.7 Fuente Ininterrumpida de Energía (UPS)	87
3.6.8 Estática.....	88
3.7 SEGURIDAD	89
3.7.1 Situación del Área del Procesador	90
3.7.2 Almacenamiento de Información.....	90
3.7.3 Equipos Contra Incendios	91
3.7.4 Luces de Emergencia	92
3.7.5 Seguridad del Personal	92
3.7.6 Seguridad Contra Inundaciones.....	92
3.7.7 Seguridad para el Acceso al Centro de Cómputo.....	93
3.8 MANTENIMIENTO PREVENTIVO.....	94
CAPITULO 4 PARARRAYOS.	96
4.1 SISTEMAS DE PARARRAYOS.	96
4.2 ESTÁNDARES DE PROTECCIÓN.....	98
4.3 ZONA DE PROTECCIÓN (MÉTODO NORTEAMERICANO).....	99
4.4 SISTEMA FRANKLIN.....	101
4.5 SISTEMA TIPO JAULA DE FARADAY	102
4.6 PROTECCIÓN DE LÍNEAS AÉREAS DE ENERGÍA ELÉCTRICA.....	104
4.7 PROTECCIÓN DE SUBESTACIONES ELÉCTRICAS.....	106
4.8 PROTECCIÓN DE EQUIPOS ELÉCTRICOS EN BAJA TENSION.	107
4.8.1 Conductor A Aterrizar.	108



ÍNDICE

CAPITULO 5 PUESTA A TIERRA..... 109

5.1 TIPOS DE SISTEMAS DE PUESTAS A TIERRA 109

5.1.1 Sistema de varilla "cooper well" 109

5.1.2 Sistema De Plancha..... 110

5.1.3 Sistema De Red O Malla 110

5.1.4 Sistema De Disco 111

5.1.5 Sistema De Esfera..... 111

5.2 MEDICIÓN DE LA RESISTENCIA ELÉCTRICA DE UN SISTEMA DE PUESTA A TIERRA..... 112

5.3 PUESTA A TIERRA DE EQUIPOS ELECTRÓNICOS Y DE COMUNICACIONES 113

5.4 TRANSITORIOS E INTERFERENCIAS..... 113

5.4.1 Transitorios..... 114

5.4.2 Interferencia causada por armónicas..... 115

5.4.3 Interferencia en radiofrecuencia..... 115

5.4.4 Interferencia electromagnética..... 116

5.5 CABLES, PANTALLAS Y CANALIZACIONES 116

5.6 PROTECTORES DE CABLES DE INSTRUMENTACIÓN Y DE COMUNICACIONES..... 117

5.7 VÁLVULAS DE GAS..... 118

5.8 FILTROS 119

5.9 SEMICONDUCTORES 119

5.10 MODOS DE PROTECCIÓN..... 120

5.11 TIPOS DE PUESTA A TIERRA DE EQUIPOS ELECTRÓNICOS..... 122

5.11.1 Esquema convencional..... 122



ÍNDICE

5.11.2	Esquema De Tierra Aislada.....	124
5.11.3	Esquema De Tierra Aislada Total.....	127
5.11.4	Esquema de malla de referencia	129
CAPÍTULO 6 PROTECCIÓN CONTRA SOBRECORRIENTES Y CORTO CIRCUITO ...		140
6.1	SECCIONAMIENTO, COMANDO Y PROTECCIÓN	140
6.1.1	Seccionamiento.....	140
6.1.2	Comando	142
6.1.3	Protección eléctrica	143
6.2	MAGNITUDES ELÉCTRICAS CARACTERÍSTICAS DE LOS DISPOSITIVOS DE MANIOBRA Y PROTECCIÓN	144
6.3	PRINCIPALES DISPOSITIVOS DE SECCIONAMIENTO Y COMANDO.....	146
6.3.1	Seccionador.....	146
6.3.2	Seccionador bajo carga (interruptor-seccionador)	147
6.3.3	Contactador	149
6.4	DISPOSITIVOS DE PROTECCIÓN CONTRA SOBRECORRIENTES	149
6.4.1	Dispositivos fusibles	149
6.4.2	Interruptor Automático	165
6.4.3	UPS (unidad de poder ininterrumpida).....	183
6.5	SELECCIÓN DE LA PROTECCIÓN CONTRA SOBRECORRIENTES.....	190
6.5.1	Principio de la protección contra sobrecorrientes	190
6.5.2	Método práctico de selección de dispositivos de protección contra sobrecorrientes según norma IEC	191



PROTECCIÓN DE UN SITE CONTRA VARIACIONES EN
EL SUMINISTRO DE ENERGIA



ÍNDICE

6.6 COORDINACIÓN DE PROTECCIONES.....	195
6.7. PRINCIPALES CONDICIONES A CUMPLIR EN LA INSTALACIÓN SECCIONAMIENTO	201
6.7.1 Comando	201
6.7.2 Protección	202
6.7.3 Ubicación de los dispositivos de protección contra sobrecargas.....	203
6.7.4 Ubicación de los dispositivos de protección contra cortocircuitos	204
CAPÍTULO 7 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	206
Recomendaciones Finales.....	206
CONCLUSIÓN.....	214
BIBLIOGRAFÍA.....	217



CAPITULO 1 ANTECEDENTES.

En sólo 50 años, las computadoras han pasado de ser cuartos enteros de máquinas para su funcionamiento, a llegar a ocupar sólo un lugar en un escritorio o, más aún, a ser parte de un portafolio ejecutivo.

Es ya inevitable no ver el increíble adelanto de las computadoras, tanto en las oficinas, en los negocios y en el hogar, cada día es más impresionante ver las facilidades que nos ofrecen y el minúsculo trabajo que hay que realizar para obtener grandes beneficios. Con tan impresionantes adelantos la arquitectura no puede quedarse al margen, pues se han adoptado estos adelantos a las edificaciones con el fin de lograr una mayor eficiencia en los procesos, se han adoptado desde sistemas de transporte vertical hasta en la propia seguridad del edificio.

Basta con mirar a nuestro alrededor para ver como la tecnología forma parte integral de nuestra vida cotidiana, desde simples aparatos en el hogar, como una lavadora que identifica que tipo de ropa se le introdujo y ella selecciona la temperatura del agua y el tiempo de lavado que tiene que realizar, un horno de microondas que solo es suficiente presionar un botón para que caliente un alimento en menos del tiempo que lo haríamos en un estufa, desde refrigeradores que nos dan la facilidad de conectarnos a Internet teniendo una pantalla donde podemos ver desde recetas hasta checar el clima a nivel mundial, el uso de la telefonía celular o la televisión vía satélite, mas aun vemos con que facilidad podemos enviar un documento desde México hasta Japón por ejemplo en fracciones de segundos gracias a la computadora y al e-mail.



PROTECCIÓN DE UN SITE CONTRA VARIACIONES EN EL SUMINISTRO DE ENERGIA

CAPITULO 1 ANTECEDENTES



Y qué decir de los nuevos edificios que están surgiendo con los nuevos adelantos de la tecnología moderna. Esta tendencia se marcará aún más en el futuro.

Estamos siendo testigos del ascenso de las computadoras, precedido por el descubrimiento del chip y los circuitos integrados. Los computadores hacen el trabajo rutinario con más rapidez y facilidad, y a un menor costo que cualquier ser humano.

En los países avanzados, los elevados salarios y la gran cobertura de los servicios, han hecho que el computador se convierta en una buena inversión, al mismo tiempo que los países subdesarrollados se empobrecen más, porque los beneficios derivados de la mano de obra no son lo bastante elevados.

Ante esta situación, la gran necesidad de ahorrar energía en nuestros días; la importancia de contar con una comunicación efectiva, clara y rápida; la seguridad, comodidad y confort de los trabajadores; la modularidad de los espacios y equipos, y la posibilidad de dar un mayor ciclo de vida a un edificio, han dado lugar al concepto de "edificios inteligentes", término muy novedoso y desconocido para muchos arquitectos.

La gran mayoría ha oído hablar sobre el tema o lo ha leído en revistas, periódicos, televisión, etcétera, pero muy pocos saben lo que significa en realidad. En México existe el Instituto Mexicano del Edificio Inteligente (IMEI), en el que la mayoría de sus miembros son ingenieros mecánicos, eléctricos, de sistemas, civiles y arquitectos, aunque contados, lo que se puede atribuir a dos razones: la novedad del tema y la idea del mismo arquitecto de que su única tarea es diseñar estéticamente, sin tomar en cuenta la tecnología y los adelantos sociales, culturales o económicos que se viven hoy en día.



Con estos adelantos tecnológicos, resulta imposible cerrar los ojos ante el futuro inmediato al que nos enfrentamos.

1.1 GENERALIDADES.

Para continuar con este tema es fundamental conocer algunos conceptos para una mejor comprensión:

Inteligencia: Capacidad para aprender o comprender. Suele ser sinónimo de intelecto (entendimiento), pero se diferencia de éste por hacer hincapié en las habilidades y aptitudes para manejar situaciones concretas y por beneficiarse de la experiencia sensorial.

En psicología, la inteligencia se define como la capacidad de adquirir conocimiento o entendimiento y de utilizarlo en situaciones novedosas. En condiciones experimentales se puede medir en términos cuantitativos el éxito de las personas a adecuar su conocimiento a una situación o al superar una situación específica.

Los psicólogos creen que estas capacidades son necesarias en la vida cotidiana, donde los individuos tienen que analizar o asumir nuevas informaciones mentales y sensoriales para poder dirigir sus acciones hacia metas determinadas. No obstante, en círculos académicos hay diferentes opiniones en cuanto a la formulación precisa del alcance y funciones de la inteligencia; por ejemplo, algunos consideran que la inteligencia es una suma de habilidades específicas que se manifiesta ante ciertas situaciones.



No obstante, en la formulación de los tests de inteligencia la mayoría de los psicólogos consideran la inteligencia como una capacidad global que opera como un factor común en una amplia serie de aptitudes diferenciadas. De hecho, su medida en términos cuantitativos suele derivar de medir habilidades de forma independiente o mediante la resolución de problemas que combinan varias de ellas.

Automatización: Sistema de fabricación diseñado con el fin de usar la capacidad de las máquinas para llevar a cabo determinadas tareas anteriormente efectuadas por seres humanos, y para controlar la secuencia de las operaciones sin intervención humana. El término automatización también se ha utilizado para describir sistemas no destinados a la fabricación en los que dispositivos programados o automáticos pueden funcionar de forma independiente o semiindependiente del control humano. En comunicaciones, aviación y astronáutica, dispositivos como los equipos automáticos de conmutación telefónica, los pilotos automáticos y los sistemas automatizados de guía y control se utilizan para efectuar diversas tareas con más rapidez o mejor de lo que podría hacerlo un ser humano.

1.2 ELEMENTOS DE LA AUTOMATIZACIÓN

La fabricación automatizada surgió de la íntima relación entre fuerzas económicas e innovaciones técnicas como la división del trabajo, la transferencia de energía y la mecanización de las fábricas, y el desarrollo de las máquinas de transferencia y sistemas de realimentación, como se explica a continuación.

La división del trabajo (esto es, la reducción de un proceso de fabricación o de prestación de servicios a sus fases independientes más pequeñas) se desarrolló



PROTECCIÓN DE UN SITE CONTRA VARIACIONES EN
EL SUMINISTRO DE ENERGIA

CAPITULO 1 ANTECEDENTES



en la segunda mitad del siglo XVIII, y fue analizada por primera vez por el economista británico Adam Smith en su libro Investigación sobre la naturaleza y causas de la riqueza de las naciones (1776). En la fabricación, la división del trabajo permitió incrementar la producción y reducir el nivel de especialización de los obreros.

La mecanización fue la siguiente etapa necesaria para la evolución hacia la automatización. La simplificación del trabajo permitida por la división del trabajo también posibilitó el diseño y construcción de máquinas que reproducían los movimientos del trabajador. A medida que evolucionó la tecnología de transferencia de energía, estas máquinas especializadas se motorizaron, aumentando así su eficacia productiva. El desarrollo de la tecnología energética también dio lugar al surgimiento del sistema fabril de producción, ya que todos los trabajadores y máquinas debían estar situados junto a la fuente de energía.

La máquina de transferencia es un dispositivo utilizado para mover la pieza que se está trabajando desde una máquina herramienta especializada hasta otra, colocándola de forma adecuada para la siguiente operación de maquinado. Los robots industriales, diseñados en un principio para realizar tareas sencillas en entornos peligrosos para los trabajadores, son hoy extremadamente hábiles y se utilizan para trasladar, manipular y situar piezas ligeras y pesadas, realizando así todas las funciones de una máquina de transferencia. En realidad, se trata de varias máquinas separadas que están integradas en lo que a simple vista podría considerarse una sola.

En la década de 1920 la industria del automóvil combinó estos conceptos en un sistema de producción integrado. El objetivo de este sistema de línea de montaje era abaratar los precios. A pesar de los avances más recientes, éste es el sistema



de producción con el que la mayoría de la gente asocia el término automatización.

1.3 DOMOTICA.

En Francia, muy amantes de adaptar términos propios a las nuevas disciplinas, se acuñó la palabra "Domotique". De hecho, la enciclopedia Larousse definía en 1988 el término domótica como el siguiente: "el concepto de vivienda que integra todos los automatismos en materia de seguridad, gestión de la energía, comunicaciones, etc.". Es decir, el objetivo es asegurar al usuario de la vivienda un aumento del confort, de la seguridad, del ahorro energético y las facilidades de comunicación.

Una definición más técnica del concepto sería: "conjunto de servicios de la vivienda garantizado por sistemas que realizan varias funciones, los cuales pueden estar conectados entre sí y a redes interiores y exteriores de comunicación. Gracias a ello se obtiene un notable ahorro de energía, una eficaz gestión técnica de la vivienda, una buena comunicación con el exterior y un alto nivel de seguridad".

Para que un sistema pueda ser considerado "inteligente" ha de incorporar elementos o sistemas basados en las Nuevas Tecnologías de la Información (NTI).

El uso de las NTI en construcciones crea nuevas aplicaciones y tendencias basadas en la capacidad de proceso de información y en la integración y comunicación entre los equipos e instalaciones. Así concebida, un edificio inteligente puede ofrecer una amplia gama de aplicaciones en áreas tales como:



PROTECCIÓN DE UN SITE CONTRA VARIACIONES EN
EL SUMINISTRO DE ENERGIA

CAPITULO 1 ANTECEDENTES



Seguridad

Gestión de la energía

Automatización de tareas

Formación, cultura y entretenimiento

Teletrabajo

Monitorización de salud

Operación y mantenimiento de las instalaciones, etc.

De una manera general, un sistema domótico dispondrá de una red de comunicación y diálogo que permite la interconexión de una serie de equipos a fin de obtener información sobre el entorno y, basándose en ésta, realizar unas determinadas acciones sobre dicho entorno.

Los elementos de campo (detectores, sensores, captadores, etc.), transmitirán las señales a una unidad central inteligente que tratará y elaborará la información recibida. En función de dicha información y de una determinada programación, la unidad central actuará sobre determinados circuitos de potencia relacionados con las señales recogidas por los elementos de campo correspondientes.

En este sentido, una construcción domótica se puede definir como: "aquel edificio en el que existen agrupaciones automatizadas de equipos, normalmente asociados por funciones, que disponen de la capacidad de comunicarse interactivamente entre sí de un bus multimedia que las integra".

A continuación se detallan las diferentes definiciones que ha ido tomando el término:



- 1) La nueva tecnología de los automatismos de maniobra, gestión y control de los diversos aparatos de un edificio, que permiten aumentar el confort del usuario, su seguridad, y el ahorro en el consumo energético.
- 2) Un conjunto de servicios en las construcciones, asegurados por sistemas que realizan varias funciones, pudiendo estar conectados, entre ellos, y a redes internas y externas de comunicación.
- 3) La informática aplicada a la vivienda. Agrupa el conjunto de sistemas de seguridad y de la regulación de las tareas domesticas destinadas a facilitar la vida cotidiana automatizando sus operaciones y funciones.

1.4 EDIFICIOS INTELIGENTES.

Es muy difícil dar con exactitud una definición sobre un edificio inteligente, por lo que se citarán diferentes conceptos, de acuerdo a la compañía, institución o profesional de que se trate.

-Intelligent Building Institute (IBI), Washington, D.C., E.U.

Un edificio inteligente es aquel que proporciona un ambiente de trabajo productivo y eficiente a través de la optimización de sus cuatro elementos básicos: estructura, sistemas, servicios y administración, con las interrelaciones entre ellos. Los edificios inteligentes ayudan a los propietarios, operadores y ocupantes, a realizar sus propósitos en términos de costo, confort, comodidad, seguridad, flexibilidad y comercialización.



PROTECCIÓN DE UN SITE CONTRA VARIACIONES EN
EL SUMINISTRO DE ENERGIA

CAPITULO 1 ANTECEDENTES



-Compañía Honeywell, S.A. de C. V., México, D.F.

Se considera como edificio inteligente aquél que posee un diseño adecuado que maximiza la funcionalidad y eficiencia en favor de los ocupantes, permitiendo la incorporación y/o modificación de los elementos necesarios para el desarrollo de la actividad cotidiana, con la finalidad de lograr un costo mínimo de ocupación, extender su ciclo de vida y garantizar una mayor productividad estimulada por un ambiente de máximo confort.

-Compañía AT&T, S.A. de C.V., México, D.F.

Un edificio es inteligente cuando las capacidades necesarias para lograr que el costo de un ciclo de vida sea el óptimo en ocupación e incremento de la productividad, sean inherentes en el diseño y administración del edificio.

Por lo tanto se puede definir a un edificio inteligente como aquel inmueble que desde su diseño se estructuró buscando el cuidado del medio ambiente donde se edificará, obtener ahorros de energía en su operación, incentivar las labores diarias con instalaciones adecuadas y funcionales, facilitar su administración y mantenimiento, que permita operar y controlar todos los sistemas del edificio, hidrosanitarios, eléctricos, telecomunicaciones, seguridad, así como una flexibilidad para adecuaciones e innovaciones futuras.

Las diversas definiciones de edificio inteligente que realizan el Intelligent Building Institute (IBI), la Compañía Honeywell, así como AT&T, convergen en que debe tener un diseño que maximice las funciones de sus ocupantes, que permita un ahorro considerable de energía, que cuente con sistemas interrelacionados que



PROTECCIÓN DE UN SITE CONTRA VARIACIONES EN EL SUMINISTRO DE ENERGIA

CAPITULO 1 ANTECEDENTES



permitan un mejor control, proporcionen seguridad y aseguren un mantenimiento eficaz a bajo costo. Asimismo que permita una larga vida del inmueble y que sea flexible a las adecuaciones para su ocupación.

Los edificios inteligentes surgen a partir de la crisis energética que se produjo en Europa durante la década de los sesenta, lo que motivó a los ingenieros y arquitectos a crear formas de edificar inmuebles considerando el ahorro de energía. Así surgieron las primeras edificaciones que emplearon un consumo de energía mínimo para operar y con el paso del tiempo se le fueron incorporando servicios que optimizaron su funcionalidad.

Actualmente el concepto de edificio inteligente se ha adaptado a los avances tecnológicos que se han conseguido, de manera que este concepto se aplica tanto para construcciones de oficinas corporativas, como a hospitales, hoteles, bancos, museos, estacionamientos, casas o complejos integrales; sin embargo, es importante mencionar que las construcciones inteligentes deberán estar diseñadas para poder incluir en un futuro los nuevos avances que se vayan generando.

El Instituto Mexicano del Edificio Inteligente (IMEI), determina ciertas características que debe reunir un edificio inteligente:

Flexibilidad y adaptabilidad relacionadas con un costo, ante los continuos cambios tecnológicos requeridos por sus ocupantes.

Altamente eficiente en el consumo de energía eléctrica.

Capacidad para proveer un entorno ecológico habitable y altamente seguro, que maximice la eficiencia en el trabajo a niveles óptimos de confort de sus ocupantes.



PROTECCIÓN DE UN SITE CONTRA VARIACIONES EN EL SUMINISTRO DE ENERGIA

CAPITULO 1 ANTECEDENTES



Centralmente Automatizado para optimizar su operación y administración en forma electrónica.

Por su parte el IBI, concentra las necesidades de los propietarios, ocupantes y operadores del edificio en cuatro elementos, para denominarlo como edificio inteligente:

Estructura del edificio. Se refiere a la estructura y diseño arquitectónico, incluyendo los acabados y mobiliario. Entre sus componentes están la altura de losa a losa, la utilización de pisos elevados y plafones registrables, cancelería, ductos y registros para las instalaciones, tratamientos de fachadas, utilización de materiales a prueba de fuego, acabados, mobiliario y ductos para cableado y electricidad.

Los sistemas del edificio. Se consideran todas las instalaciones que integran un edificio, tales como: aire acondicionado, calefacción y ventilación, energía eléctrica e iluminación, controladores y cableado, elevadores y escaleras mecánicas, seguridad y control de acceso, seguridad contra incendios y humo, telecomunicaciones, instalaciones hidráulicas, sanitarias y seguridad contra incendios.

Los servicios del edificio. Se incluyen los servicios o facilidades que ofrecerá el edificio, entre los que podemos mencionar: comunicaciones de video, voz y datos, automatización de oficinas, salas de juntas y cómputo compartidas, área de fax y fotocopiado, correo electrónico y de voz, seguridad por medio del personal, limpieza, estacionamiento, escritorio de información en el lobby o directorio del



PROTECCIÓN DE UN SITE CONTRA VARIACIONES EN EL SUMINISTRO DE ENERGIA

CAPITULO 1 ANTECEDENTES



edificio, facilidad en el cambio de teléfonos y equipos de computación, centro de conferencias y auditorio compartidos y videoconferencias.

1.5 OBJETIVOS

Los objetivos o finalidad de un edificio inteligente, son los siguientes:

1.5.1 Arquitectónicos

- a) Satisfacer las necesidades presentes y futuras de los ocupantes, propietarios y operadores del edificio.
- b) La flexibilidad, tanto en la estructura como en los sistemas y servicios.
- c) El diseño arquitectónico adecuado y correcto.
- d) La funcionalidad del edificio.
- e) La modularidad de la estructura e instalaciones del edificio.
- f) Mayor confort para el usuario.
- g) La no interrupción del trabajo de terceros en los cambios o modificaciones.
- h) El incremento de la seguridad.
- i) El incremento de la estimulación en el trabajo.
- j) La humanización de la oficina.

1.5.2 Tecnológicos

- a) La disponibilidad de medios técnicos avanzados de telecomunicaciones.
- b) La automatización de las instalaciones.
- c) La integración de servicios
- d) Aprovechamiento de la luz sola, agua, etc.



1.5.3 Ambientales

- a) La creación de un edificio saludable.
- b) El ahorro energético.
- c) El cuidado del medio ambiente.

1.5.4 Económicos

La reducción de los altos costos de operación y mantenimiento.

Beneficios económicos para la cartera del cliente.

Incremento de la vida útil del edificio.

La posibilidad de cobrar precios más altos por la renta o venta de espacios.

La relación costo-beneficio.

El incremento del prestigio de la compañía.

1.6 GRADOS DE INTELIGENCIA.

La inteligencia de un Edificio es una medida:

De la satisfacción de las necesidades de los habitantes y su administración.

De la posibilidad de respetar y adaptarse al medio ambiente que lo rodea.

Los elementos que deben considerarse como parte del programa arquitectónico de un Edificio Inteligente independientemente del género al que éste se refiera, siendo éstos:

La protección, contra contingencias contra accidentes caseros hasta problemas en edificios de varios niveles de oficinas desde la intrusión, el robo, el plagio, el clima,



PROTECCIÓN DE UN SITE CONTRA VARIACIONES EN EL SUMINISTRO DE ENERGIA

CAPITULO 1 ANTECEDENTES



el incendio, entre otros. En todos estos casos existe la potencialidad de que cualquier falla desencadene un incendio destructor. El prever y superar tales sucesos es parte del programa del Edificio Inteligente.

Manejo preventivo de contingencias, es primordial dotar desde el diseño arquitectónico de aquellos elementos necesarios para superar las fallas en el control de humo y aire caliente, (efecto de chimenea) tanto en cubos de escaleras y de elevadores, ductos de instalaciones, vestíbulos y pasillos largos y falsos plafones. Para todo ello es necesario la compartimentación vertical para ductos de instalaciones. Sellos en los pasos de tubería de ventilación en muros y losas. Así como también el control automatizado en puertas de compartimentación, ventilación y salidas de emergencia en las instalaciones y los ductos. Se debe dotar al edificio de sistemas de extracción de humos estableciendo una presión positiva en cubos de escaleras y de elevadores.

Diseño Arquitectónico lógico, los edificios altos resuelven necesidades y problemas del programa arquitectónico, sin embargo crean nuevos problemas como su desalojo en un tiempo razonable, la falta de ventilación al no existir ventanas que puedan abrirse. Por lo que es lógico plantear como parte de su programa la existencia de elevadores eficientes en cualquier contingencia, al igual de niveles de refugio a prueba de contingencias, rutas y datos de acceso para bomberos, giro de puertas en el sentido de salida, pasamanos en escaleras y rampas, una adecuada señalización en escaleras y puertas para salidas de emergencia.

Acabados y decoración, básicamente habría que considerar el control de los materiales combustibles, empleando retardantes en los acabados del edificio, y dejando claramente indicadas la localización de rampas y escaleras.



El principal problema de los detectores es la falsa alarma que se ha tratado de resolver en la combinación de los diversos tipos de sensores. Por otro lado existen los sistemas operados por detectores para compuertas de compartimentación, el control de la presión positiva en ductos de escaleras y elevadores, el control programado de sistemas de acondicionamiento de aire, la iniciación de las alarmas y el voceo a la par de los sistemas de supresión de fuego por agua, espuma, polvo químico y gas. Dando a su vez aviso a la estación de bomberos. Todo esto debe estar dentro del sistema central de control desde el cual se localiza el control de cada sensor, se revisa y reporta el estado de cada elemento, se establece el récord impreso de los sucesos diarios y se despliegan en pantalla los planos de instalación.

1.6.1 Grados de inteligencia

Existen tres grados de inteligencia, catalogados en función de la automatización de las instalaciones o desde el punto de vista tecnológico:

Grado 1. Inteligencia mínima o básica. Un sistema básico de automatización del edificio, el cual no está integrado.

- Existe una automatización de la actividad y los servicios de telecomunicaciones, aunque no están integrados.

Grado 2. Inteligencia media. Tiene un sistema de automatización del edificio totalmente integrado.



PROTECCIÓN DE UN SITE CONTRA VARIACIONES EN
EL SUMINISTRO DE ENERGIA

CAPITULO 1 ANTECEDENTES



- Sistemas de automatización de la actividad, sin una completa integración de las telecomunicaciones.

Grado 3. Inteligencia máxima o total. Los sistemas de automatización del edificio, la actividad y las telecomunicaciones, se encuentran totalmente integrados. El sistema de automatización del edificio se divide en: sistema básico de control, sistema de seguridad y sistema de ahorro de energía.

- El sistema básico de control es el que permite monitorear el estado de las instalaciones, como son: eléctricas, hidrosanitarias, elevadores y escaleras eléctricas, y suministros de gas y electricidad.

- El sistema de seguridad protege a las personas, los bienes materiales y la información. En la seguridad de las personas, destacan los sistemas de detección de humo y fuego, fugas de gas, suministro de agua, monitoreo de equipo para la extinción de fuego, red de rociadores, extracción automática de humo, señalización de salidas de emergencia y el voceo de emergencia. Para la seguridad de bienes materiales o de información, tenemos el circuito cerrado de televisión, la vigilancia perimetral, el control de accesos, el control de rondas de vigilancia, la intercomunicación de emergencia, la seguridad informática, el detector de movimientos sísmicos y el de presencia.

- El sistema de ahorro de energía es el encargado de la zonificación de la climatización, el intercambio de calor entre zonas, incluyendo el exterior, el uso activo y pasivo de la energía solar, la identificación del consumo, el control automático y centralizado de la iluminación, el control de horarios para el funcionamiento de equipos, el control de ascensores y el programa emergente en puntos críticos de demanda.



1.7 FASES DE DESARROLLO

Las fases de la producción de un edificio, son:

- a) Fase proyectual
- b) Fase constructiva
- c) Fase operativa

1.7.1 Fase proyectual

Hoy en día para proyectar un edificio, sobre todo si se trata de un edificio inteligente, debe conformarse un equipo de trabajo con el propósito de lograr los más óptimos resultados. Este equipo lo componen: propietarios del edificio y usuarios, arquitectos, arquitectos paisajistas, restauradores de monumentos, gerente de operaciones, ingenieros civiles, hidráulicos, eléctricos, de telecomunicaciones e informática, consultores en instalaciones especiales, compañía constructora, proveedores de sistemas y servicios, y compañías de suministro de servicios de electricidad, agua, teléfono y gas. De esta forma existe la posibilidad de diseñar el inmueble con base en una comunicación constante, pues el trabajo en equipo es indispensable para obtener un edificio inteligente. Una evaluación y verificación aprobatoria del proyecto ejecutivo en los aspectos arquitectónico, tecnológico y financiero, nos permitirá continuar con la siguiente fase.

1.7.2 Fase constructiva

Se refiere a la ejecución de la obra, con base en los planos ejecutivos. En esta fase intervienen las compañías constructoras, contratistas, subcontratistas y



PROTECCIÓN DE UN SITE CONTRA VARIACIONES EN
EL SUMINISTRO DE ENERGIA

CAPITULO 1 ANTECEDENTES



demás elementos del equipo de trabajo de la etapa proyectual, con su asesoría, supervisión y aprobación.

1.7.3 Fase operativa.

Los buenos resultados de la primera y segunda fases se ven reflejados en esta última, en la que están involucrados los usuarios, propietarios y el personal de administración y mantenimiento, quienes tienen la responsabilidad de operar, utilizar y mantener las instalaciones en óptimo estado. Para esto debe entrenarse al personal técnico, con el propósito de que intervenga adecuadamente desde el primer día

En México el encargado de evaluar los grados de inteligencia de un edificio es el IMEI, (Instituto Mexicano del Edificio Inteligente), y en resumen debe cumplir con los siguientes requisitos.

Eficiencia en el uso de energéticos y consumibles, renovables (Máxima Economía)
Adaptabilidad a un bajo costo a los continuos cambios tecnológicos requeridos por sus ocupantes y su entorno (Máxima Flexibilidad).

Capacidad de proveer un entorno Ecológico interior y exterior respectivamente habitable y sustentable, altamente seguro que maximice la eficiencia en el trabajo a los niveles óptimos de confort de sus ocupantes según sea el caso (Máxima Seguridad para el entorno, usuario y patrimonial).

Eficazmente comunicativo en su operación y mantenimiento, (Máxima automatización de la actividad).



Operando y mantenido bajo estrictos métodos de optimización (Máxima predicción y prevención, refaccionamiento virtual).

1.8 APLICACIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA AL SISTEMA INTELIGENTE.

Se pueden considerar cuatro elementos como básicos que se integran al Edificio Inteligente y serán los siguientes:

La estructura del edificio. Todo lo que se refiere a la estructura y diseño arquitectónico, incluyendo los acabados y mobiliario. Entre sus componentes están: la altura de losa a losa, la utilización de pisos elevados y plafones registrables, cancelería, ductos y registros para las instalaciones, tratamiento de fachadas, utilización de materiales a prueba de fuego, acabados, mobiliario y ductos para cableado y electricidad.

Los sistemas del edificio. Son todas las instalaciones que integran un edificio. Entre sus componentes están: aire acondicionado, calefacción y ventilación, energía eléctrica e iluminación, controladores y cableado, elevadores y escaleras mecánicas, seguridad y control de acceso, seguridad contra incendios y humo, telecomunicaciones, instalaciones hidráulicas, sanitarias y seguridad contra inundación.

Los servicios del edificio. Como su nombre lo indica, son los servicios o facilidades que ofrecerá el edificio. Entre sus componentes están: comunicaciones de video, voz y datos; automatización de oficinas; salas de juntas y cómputo compartidas; área de fax y fotocopiado; correo electrónico y de voz; seguridad por medio del personal; limpieza; estacionamiento; escritorio de información en el lobby o directorio del edificio; facilidad en el cambio de teléfonos y equipos de computación; centro de conferencias y auditorio compartidos, y videoconferencias.



La administración del edificio. Se refiere a todo lo que tiene que ver con la operación del mismo. Entre sus variables están: mantenimiento, administración de inventarios, reportes de energía y eficiencia, análisis de tendencias, administración y mantenimiento de servicios y sistemas. La optimización de cada uno de estos elementos y la interrelación o coordinación entre sí, es lo que determinará la inteligencia del edificio.

1.9 MECANISMO DE EVALUACIÓN.

Guía utilizada por el IMEI

Concepto Puntos

Arquitectónicos y de Ingeniería civil 100

Instalaciones 100

Plataforma única de cableado 100

Sistemas 100

Total 400

Finalmente los edificios inteligentes resultan más caros en su diseño y construcción, sin embargo los beneficios se observan a partir de su operación y mantenimiento, así como en la vida útil del inmueble y deberá ser la tendencia de desarrollo inmobiliario ante los problemas de carácter mundial que se observan en materia ecológica y energética.

En nuestro país aún no se cuenta con un número considerable de edificios inteligentes, en comparación con los países desarrollados, sin embargo, la



PROTECCIÓN DE UN SITE CONTRA VARIACIONES EN
EL SUMINISTRO DE ENERGIA

CAPITULO 1 ANTECEDENTES



creación de las zonas de Santa Fé e Interlomas en el Distrito Federal, trajo consigo el asentamiento de grandes corporativos que contaron con el capital necesario para la construcción de edificios inteligentes.



CAPITULO 2 EQUIPOS SENSIBLES

Los elementos sensibles, son la parte que realiza la comunicación entre las diferentes áreas de este y el control, para así interactuar de acuerdo a las necesidades del usuario de las instalaciones. Para valorar la calidad de un sensor hay que atender a sus características:

Característica	Definición
Amplitud	Diferencia entre los límites de medida
Calibración	Patrón conocido de la variable medida que se aplica mientras se observa la señal de salida
Error	Diferencia entre el valor medido y valor real
Exactitud	Concordancia entre el valor medido y el valor real
Factor de escala	Relación entre la salida y la variable medida
Fiabilidad	Probabilidad de no error
Histéresis	Diferente recorrido de la medida al aumentar o disminuir esta
Precisión	Dispersión de los valores de salida
Ruido	Perturbación no deseada que modifica el valor
Sensibilidad	Relación entre la salida y el cambio en la variable medida
Temperatura de servicio	Temperatura de trabajo del sensor
Zona de error	Banda de desviaciones permisibles en la salida

Pueden ser de lo siguientes tipos:

Gestión del confort

Control de iluminación

Gestión contra incendio



Gestión de seguridad

Control de presencia

Gestión de energía

Otros sistemas

Gestión del confort

2.1 SENSORES DE TEMPERATURA

Termostatos

Sensores de humedad

Control de iluminación

Elemento sensor resistivo

Se basa en un material que varía su resistencia al paso de la corriente eléctrica en función de la temperatura exterior que le rodea. La variación puede ser proporcional o no.

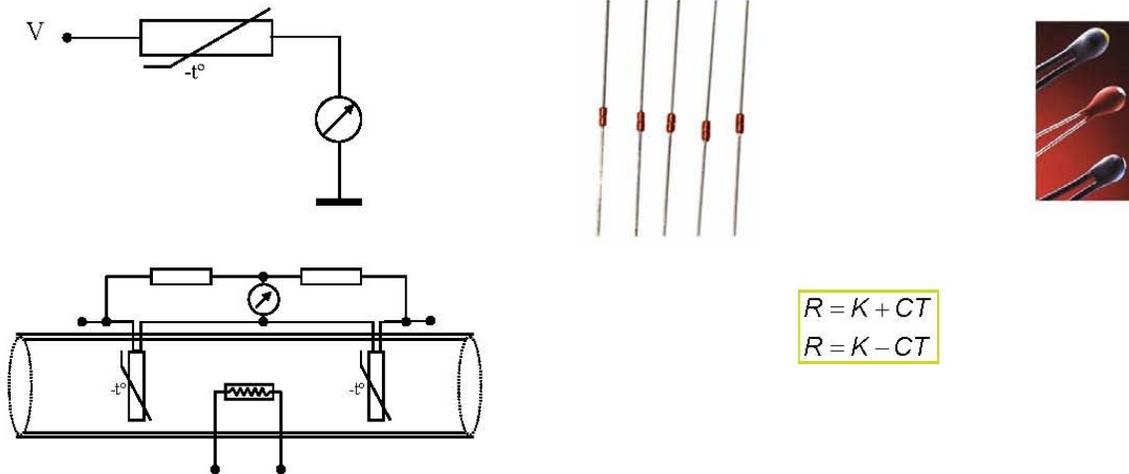
- El caso de que sea proporcional seguirá una función del tipo:

R Resistencia

K Resistencia a 0 °C

C Contante de proporcionalidad

T Temperatura



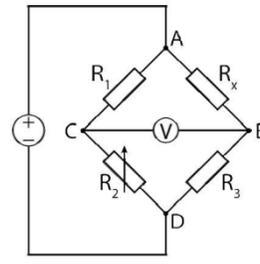
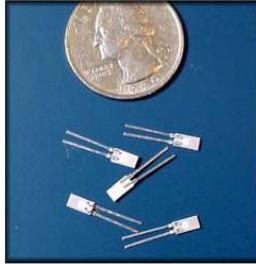
Medición: Puento de *Wheatstone*

Si la relación de las dos resistencias del brazo conocido ($R1/R2$) es igual a la relación de las dos del brazo desconocido ($Rx/R3$), el voltaje entre los dos puntos medios será nulo y por tanto no circulará corriente alguna entre esos dos puntos C y B.

Para efectuar la medida lo que se hace es variar la resistencia $R2$ hasta alcanzar el punto de equilibrio.

La dirección de la corriente o el voltaje medido, en caso de desequilibrio, El valor de la alimentación del generador es indiferente y no afecta a la medida.

$R_x = R_1 \times R_2 / R_3$; en condición de equilibrio

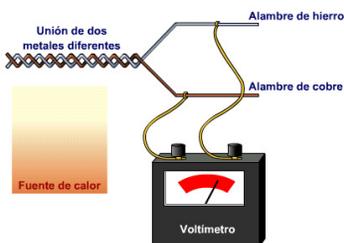


- Elemento sensor semiconductor o termistor
 - La propiedad de los semiconductores de aumentar el número de pares electrón-hueco con la temperatura, hace que la conductancia aumente de exponencialmente a la misma

$$R_T = R_0 \exp\left\{B\left(\frac{1}{T} - \frac{1}{T_0}\right)\right\} = A \exp\left(\frac{B}{T}\right)$$

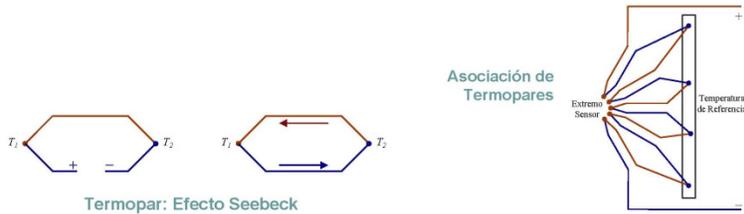
- Elemento sensor termopar
 - Un termopar es un dispositivo formado por la unión de dos metales distintos que produce un voltaje función de la diferencia de temperatura entre uno de los extremos denominado "punto caliente" o unión caliente o de medida y el otro denominado "punto frío" o unión fría o de referencia.

- Elemento sensor termostático
 - Se emplea el efecto Seebeck
 - Ej.: Termostato





Termopar



Termostatos

- Un termostato es el componente de un sistema de control simple que abre o cierra un circuito eléctrico en función de la temperatura.

Ubicación:

En viviendas (caso idóneo): en el salón, centrado en la pared, alejado de fuentes de calor, a una altura de 1,5m del suelo, en una zona accesible y despejada de elementos de perturbación (incidencia del sol, aire, etc.)

La información que extrae puede combinarse con la obtenida por los sensores de iluminación y así aprovechar la energía proveniente del exterior (subir toldos) o evitar fugas de calor (bajar persianas).

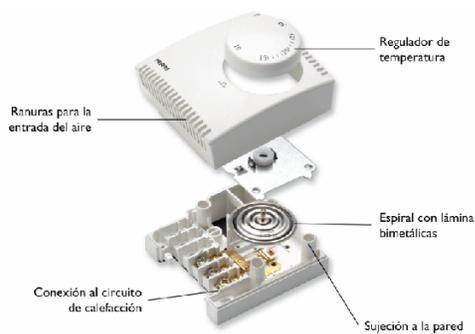
La mayoría de los termostatos se basan en las propiedades de dilatación que presentan los metales al aumentar la temperatura o en el efecto Seebeck.

Es el caso de los termostatos de tipo bimetálico. Este está formado por dos láminas de metal unidas, con diferente coeficiente de dilatación térmico.



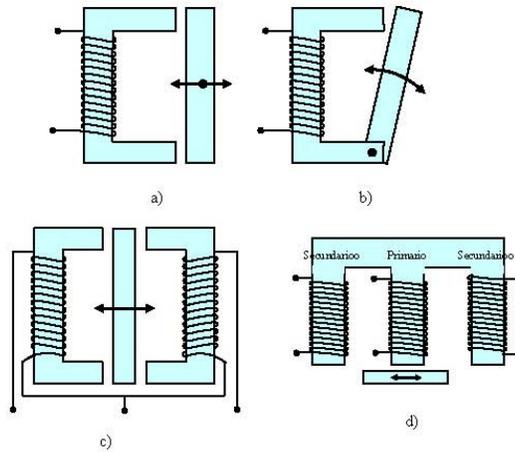
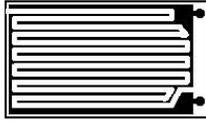
Cuando la temperatura cambia, la lámina se deforma y actúa sobre unos contactos que cierran un circuito eléctrico.

Si la temperatura disminuye, el metal se contrae, la espiral bimetálica se estira y se cierra de nuevo el circuito.



2.2 SENSORES DE HUMEDAD

- No son exclusivos de la gestión del confort (seguridad)
- Basan su funcionamiento en la variación de un condensador expuesto a la humedad
- El dieléctrico del condensador está en contacto con el ambiente.
- Al aumentar o disminuir la humedad ambiente, la constante dieléctrica del condensador varía y por tanto también su capacidad.



2.3 CONTROL DE ILUMINACIÓN

La iluminación se controla por sensores de presencia, los cuales tienen un dimer incorporado, y celdas fotoeléctricas de pasillos, baños, habitaciones y salones, mediante la visualización en pantalla de planos de las instalaciones con distribución de los circuitos de iluminación, con opción de encendido y apagado de los mismos, estando encendida sólo cuando hay una persona presente, obteniéndose un gran ahorro de energía.

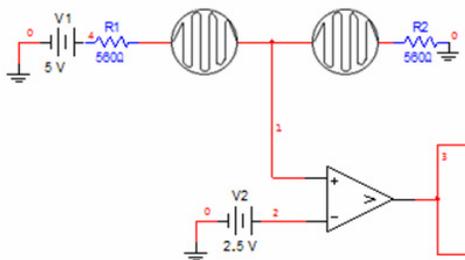
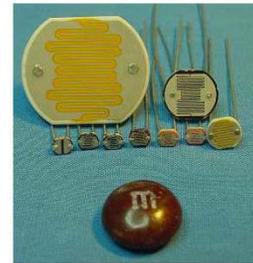
Los sensores de luz se usan para detectar el nivel de luz y producir una señal de salida representativa respecto a la cantidad de luz detectada. Un sensor de luz incluye un transductor fotoeléctrico para convertir la luz a una señal eléctrica.

El sensor de luz más común es el LDR *Light Dependant Resistor*. Un LDR es básicamente un dispositivo que cambia su resistencia cuando cambia la intensidad de la luz incidente.

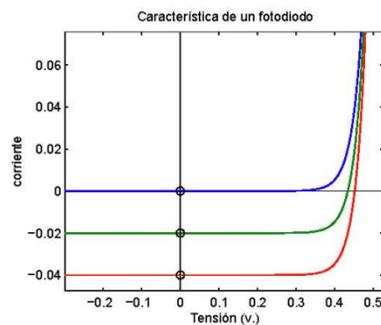
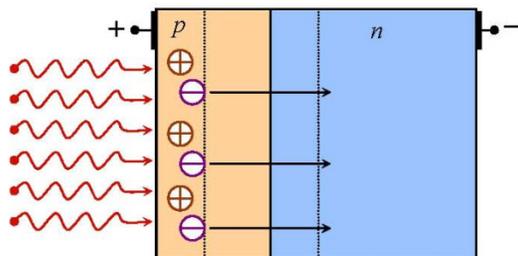


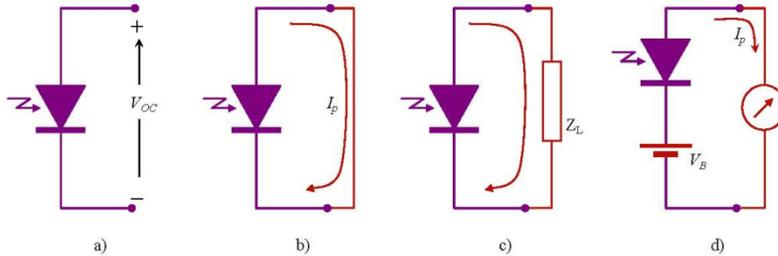
2.4 FOTORRESISTENCIAS

Es un componente electrónico cuya resistencia disminuye con el aumento de intensidad de luz incidente. Puede también ser llamado fotorresistor, fotoconductor, célula fotoeléctrica o resistor dependiente de la luz, cuyas siglas, LDR, se originan de su nombre en inglés *light-dependent resistor*.



Sensores de luz fotovoltaicos





Se pueden armar distintos grupos, subgrupos y escenarios de iluminación, y desde el PC, desde un teclado alfanumérico y/o desde un simple interruptor podrá controlar toda la iluminación de la edificación. En el monitor del Computador se podrán visualizar el estado de los circuitos.

Los circuitos de iluminación pueden ser controlados por un interruptor (encender/apagar) o con un dimmer, variando así la intensidad de luz. Por ejemplo, en una oficina a lo largo del día, se puede mantener siempre la misma iluminación compensando la luz solar con la artificial y las persianas.

También se podrá mantener una determinada iluminación en un sector mediante el manejo de las persianas en conjunto con una celda de luz. Con ésta se puede encender / apagar o dimmerizar algún circuito debido a la luz solar exterior. Esto no se consigue con un simple reloj ya que puede ser de día y estar nublado y las luces no encenderse. En la iluminación de ciertos productos que requieren baja emisión de radiación ultravioleta y buena composición de colores, disponemos de lámparas especialmente diseñadas para tal fin.

Se puede utilizar la opción de reloj del S.I. para controlar el funcionamiento de algunos sensores y así encenderlos o apagarlos sólo en los momentos que sean necesarios. Por ejemplo, para la habilitación de sensores de presencia en zonas donde la iluminación estaba manual o para activar el sistema de seguridad, el



encendido o apagado de reflectores exteriores, etc. El S.I. puede ser ajustado a la hora de la puesta del Sol a lo largo del año sin tener que modificarse en el transcurso de los meses.

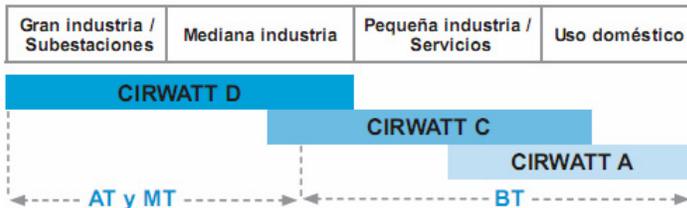
2.5 GESTIÓN DE CONSUMOS

- Electricidad
- Agua

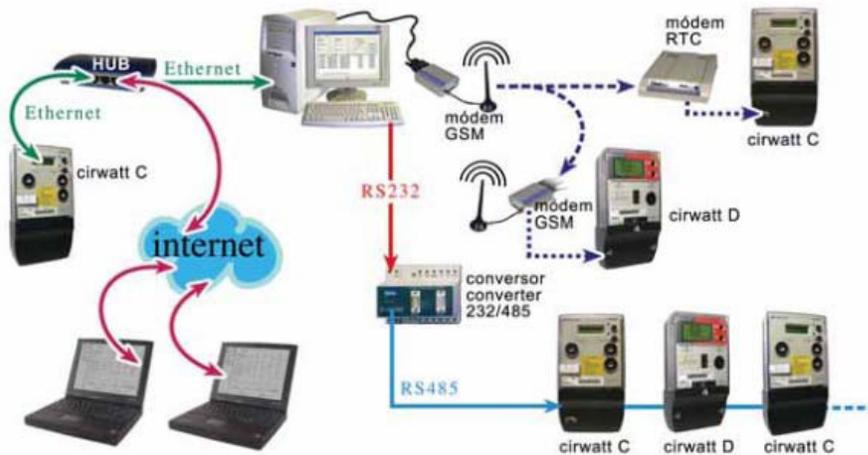
Contadores Eléctricos



APLICACIONES



CIRWATT	Tipo de consumidores (según la regulación de tarifas del mercado español)		
D	Tipo 1	Energía intercambiada anual o	≥ 5 GW-h/año
		Potencia contratada	≥ 10 MW
D	Tipo 2	Potencia contratada	≥ 450 kW
D / C	Tipo 3 Consumidores con suministro en MT que no son Tipo 1 ni 2	Energía intercambiada anual o	< 5 GW-h/año
		Potencia contratada	< 450 kW
C	Tipo 4	Ciente con suministro BT	< 1000 V
		Potencia contratada	≥ 15 kW
A	Tipo 5	Ciente con suministro BT	< 1000 V
		Potencia contratada	< 15 kW



A través del S.I. se pueden monitorear el funcionamiento de las bombas de la edificación, para así saber el nivel de agua de los tanques y cisternas, dar alarmas de desborde y falta de agua, monitorear la presión de la cañería de los splinkers de incendio, saber si la caldera está encendida o apagada, etc.

Se tiene la opción de función manual para manejarla desde la bomba o automáticamente desde el S.I.



Si el tanque de agua tiene que cargarse, el flotante le informará al S.I. y arrancará a las bombas. Cuando el tanque este lleno, detendrá el funcionamiento de la



bomba y si la rutina llegara a fallar, los flotantes de desborde o falta de agua darán aviso de alarma y el S.I. forzará la parada o arranque de la bomba. También en caso de falla del relevo térmico de cada bomba, el S.I. avisará mediante mensajes en pantalla, teclado alfanumérico o sirenas.

2.6 CLIMATIZACIÓN.



La climatización comprende los sistemas de aire acondicionado, calefacción y ventilación, los cuales quedan bajo control del sistema mediante sensores. Desde estos instrumentos se puede visualizar la temperatura en distintos ambientes.





El control de los equipos se realiza mediante controladores PI, lo que permite un altísimo grado de precisión en la temperatura deseada. Se pueden programar temperaturas según escenarios "Confort", "Stand By", o "Nocturno" que pueden responder a distintos horarios y fechas. El S.I. permite visualizar alarmas térmicas como ser temperaturas de congelamiento o sobrecalentamiento.

Los equipos de aire acondicionado pueden ser encendidos o apagados desde el S.I. con el PC, el teclado alfanumérico y/o mediante un sensor de temperatura con el cual puede visualizarse los grados en el PC y ajustar la temperatura de control. Por seguridad, en caso de incendio, los aires acondicionados serán inmediatamente apagados por el S.I.

Los extractores, para la ventilación, funcionan por horario y/o por detección de monóxido de carbono, en cuyo caso activa al extractor hasta renovar todo el aire de, por ejemplo, los estacionamientos. Para los inyectores de aire puede programarse una rutina horaria para obtener un óptimo rendimiento en la circulación del aire de la edificación.

El S.I. informa el estado de los equipos y las alarmas por sobrecalentamiento o un incorrecto funcionamiento.

2.7 GESTIÓN DE SEGURIDAD

- Sensores de seguridad
- Control de presencia
- Seguridad personal



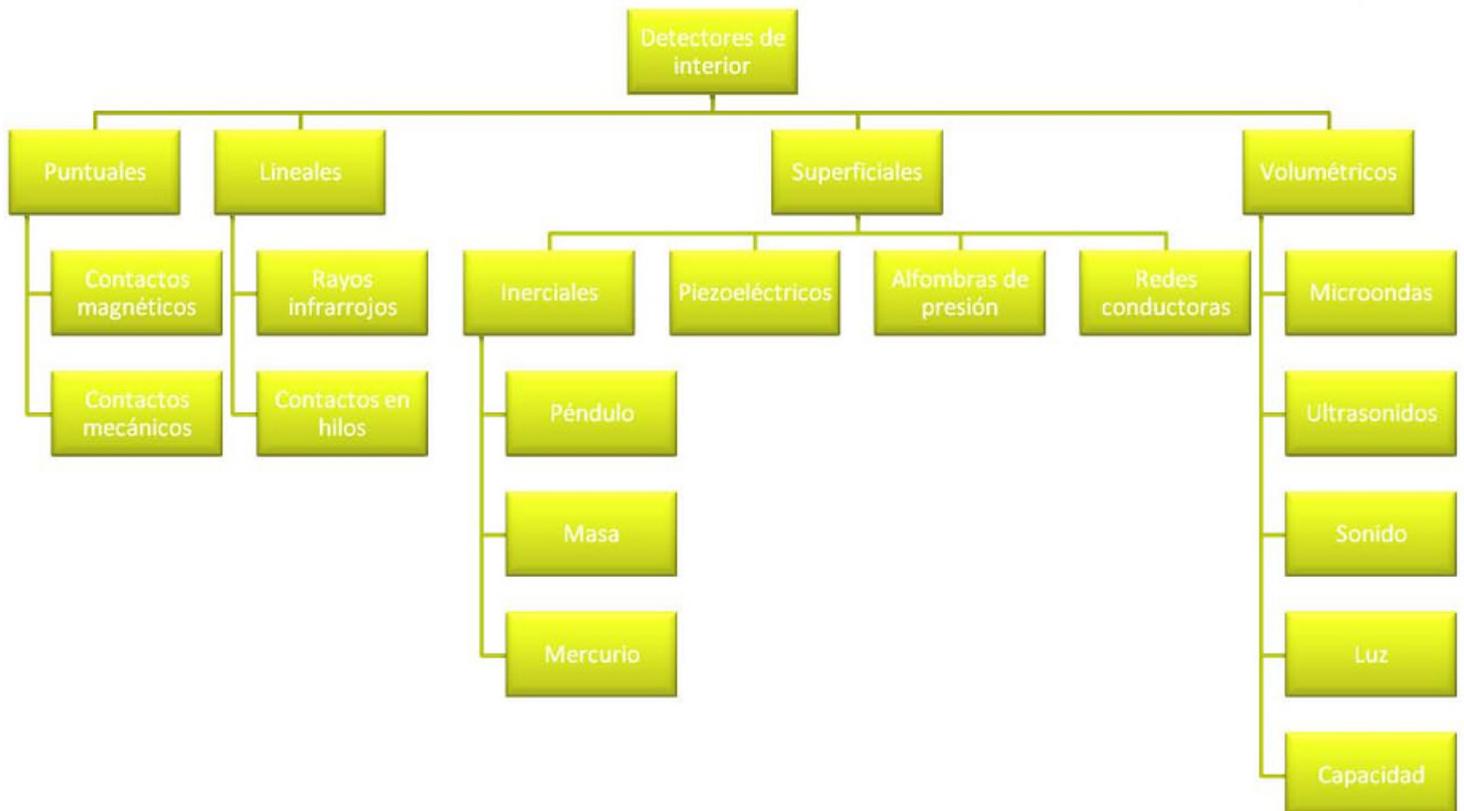
CAPITULO 2 EQUIPOS SENSIBLES

Sensores de seguridad

Normalmente para la vigilancia/protección del hogar podemos clasificar lo sensores en cuatro tipos:

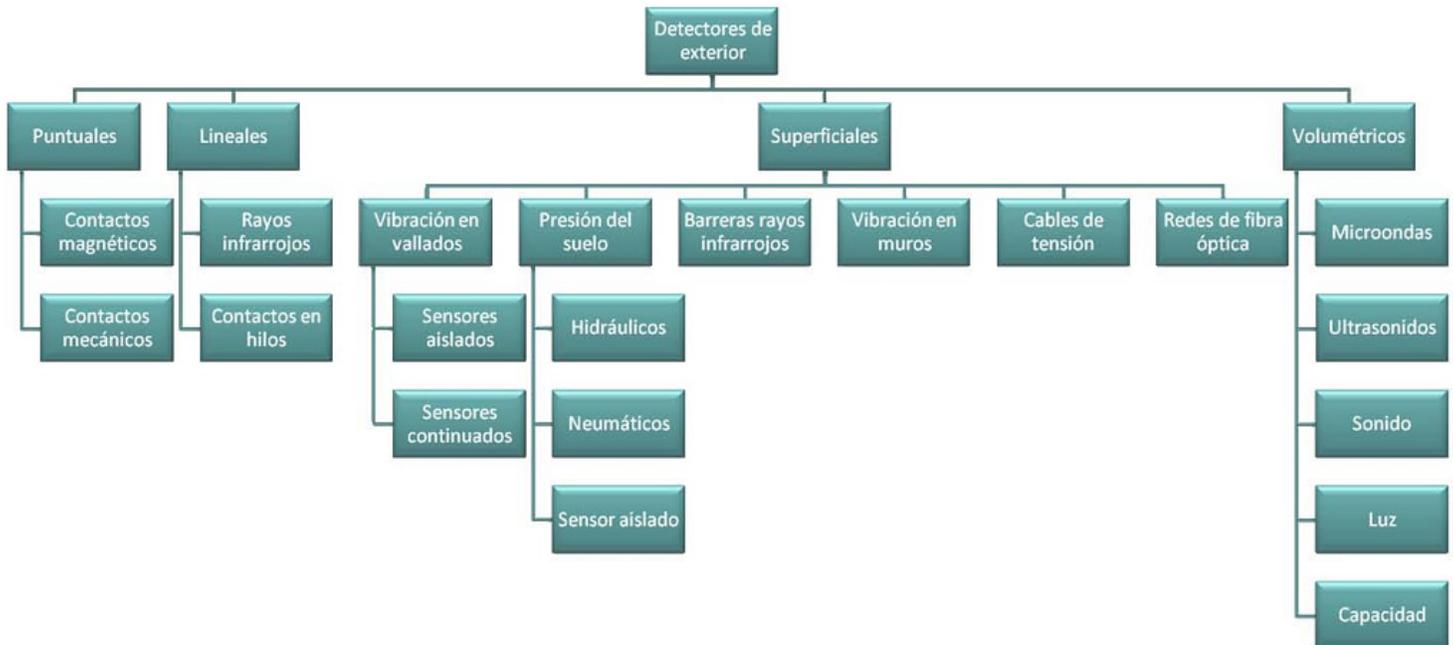
- Puntuales
- Lineales
- Superficiales
- Volumétricos

Sensores de seguridad: interior





Sensores de seguridad: exterior



2.8 CONTROL DE PRESENCIA

Lector de teclado

Lector de tarjetas

Identificadores biométricos

2.8.1 Lector de teclado

Principal característica: ausencia de medio físico para su uso. Suficiente recordar claves. En función del código el sistema puede recibir como información:

Código de apertura: activa un relé que abre la puerta. Permite saber quién y a qué hora accedió a la estancia.



Código de atraco: abre la puerta e indica a la central la condición de atraco.

Código de pánico: envía a la central esta señal.

2.8.2 Lector de tarjetas

Se emplea normalmente cuando el sistema requiere más información para el identificador del usuario. Normalmente la información se almacena mediante:

- Código de barras
- Banda magnética
- Chip



2.8.3 Identificadores biométricos

En sistemas críticos es necesario emplear métodos de identificación que no permitan la “suplantación”. En este tipo de medios se emplean identificadores biométricos como:

- Escáner dactilar



- Escáner del iris
- Escáner vocal

2.9 CONTROL DE ACCESO.

El S.I. controla la circulación de vehículos con barreras de acceso a estacionamientos mediante tarjetas programadas en el PC con los datos del conductor. También la apertura y cierre del portón o una puerta corrediza puede ser controlada desde el PC.

El personal acreditado o visitas pueden acceder a áreas restringidas por medio de tarjetas para aperturas de cerraduras eléctricas u otro elemento de acceso.



Las tarjetas pueden ser del tipo banda magnética o código de barras. Cada una tiene una configuración de acceso distinta y en cualquier momento el operario puede restringir o ampliar el campo de acceso de las tarjetas. Cada vez que un usuario intenta acceder a un área restringida, el S.I. almacena la información en el PC para posteriores informes de control por lugar de acceso, por persona, por fecha, etc. El sistema de acceso está integrado al S.I. con la posibilidad de interactuar con cualquier unidad del mismo, generando un ahorro de energía



significativo pues evita el funcionamiento de sectores que no son utilizados de un edificio, como por ejemplo al abrirse un portón o puerta, también encender la iluminación correspondiente.

2.10 SEGURIDAD (ALARMAS DE INCENDIO Y ANTIRROBO).

2.10.1 Alarmas de Incendio:

Los detectores pueden ser de humo, temperatura o manuales, ubicados en hall, oficinas, escaleras, estacionamientos, depósitos, etc. En caso de incendio, el S.I. avisa con mensajes en pantalla, en el teclado alfanumérico y con sirenas en las escaleras de los pisos. También podrá llamar a una cantidad de números que pueden ser del personal, bomberos, policía, etc.

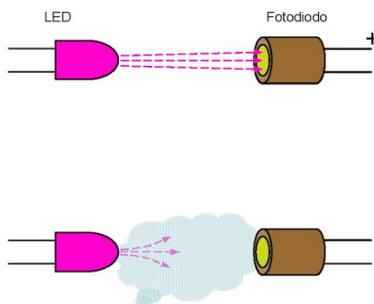
Sensores contra incendio

- Un sensor iónico está formado por una pequeña cámara de ionización. La actividad ionizadora procede de un núcleo radiactivo leve que arranca los electrones del aire y crea una corriente eléctrica.
 - Ej.: Detector de humo
- Un sensor óptico (en el sentido amplio) interpreta las emisiones luminosas y detecta fuego según ciertos patrones. Emplean células fotoeléctricas o CCD.
- Sensor infrarrojo para detección de calor: los cuerpos calientes emiten radiación infrarroja, por lo tanto si se gradúa para que la alerta se dispare al superar 50 °C podemos detectar el fuego.



- Ej.: Detector de calor
- Sensor de barrera óptica: en este caso será el humo el que se detecta al interrumpir un haz luminoso (infrarrojo generalmente) entre el emisor y el receptor.
 - Ej.: Detector de humo

2.10.2 Detectores humo fotodiodo



Detectores de incendio

Los detectores de humo y calor, son utilizados para la detección de conatos de incendio.

El detector de incendio más utilizado es el detector de humo, de tipo iónico (reacciona ante humos y gases tóxicos invisibles) o de tipo óptico

En estancias con alta concentración de humo (cocinas) será necesario el uso de un detector de calor.

Ubicación:



En el techo (puesto que el humo y el calor tienden a ascender), centrado en la estancia, a 50 cm de cualquier obstáculo.

Fuera del techo, detectores de tipo lineal (barrera óptica), colocados en las paredes.



Los detectores que requieran alimentación serán respaldados por una UPS en caso de corte del suministro eléctrico.

2.10.3 Antirrobo:

Al ser el S.I. un sistema integrador de distintas clases de sensores y dispositivos tiene la ventaja de poder programar a la misma unidad para distintas funciones, como por ejemplo, para encender una luz o una alarma de intrusos. Por lo tanto, la misma instalación que se uso para la automatización de la luminaria ahora sirve para la de seguridad y viceversa.

Por lo tanto los servicios de seguridad pueden considerar los siguientes puntos:

- Detectores de presencia.
- Circuitos cerrados de televisión (CCTV).
- Comprobación del estado de las puertas.



- Vigilancia perimetral y periférica.
- Control y bloqueo de accesos.
- Protección anti-intrusos.
- Control / comprobación de rondas de vigilancia.
- Detección de incendios (humo y fuego).
- Detección de escapes o fugas de gas.
- Evacuación automática de humo.
- Señalización y megafonía de emergencia.
- Telefonía de emergencia (interna o externa).
- Conexión con Carabineros, bomberos u otra
- Circuito cerrado de televisión (CCTV).
- Sonido.
- Y cualquier dispositivo o sistema adaptado mediante una interface.

2.11 CIRCUITO CERRADO DE TELEVISIÓN (CCTV)

Las cámaras se concentran en un multiplexor, donde el operario tiene diferentes opciones de visualización en el monitor, por ejemplo, la división de la pantalla, secuencia de cámaras o de grupos, una cámara fija y las demás en secuencia, etc. La videograbadora puede tener la opción de grabación de 24hs o puede ser comandada por el S.I. en caso de activación de alguna alarma de seguridad, mediante un sensor de presencia. El S.I. le dará la orden de comenzar a grabar hasta que el operario la detenga.

Las cámaras pueden ser de 90 o 180 grados según la visión deseada y con auto-iris para zonas exteriores. Para una mayor seguridad, los multiplexores y videograbadoras pueden estar fuera de la vista común, en un lugar seguro, y ser



manejadas con controles a distancia por un operario o personal de seguridad mediante el S.I.

De esta manera el CCTV se convierte en un elemento fundamental de seguridad y de integración con el S.I.

2.12 SONIDO

La edificación puede ser dividida en zonas de audio que serán habilitadas por el S.I. para recibir un micrófono busca personas o música funcional y en caso de alarma puede transmitirse un mensaje de evacuación automático.

2.13 OTROS DISPOSITIVOS.

Además de esos componentes nombrados, podemos incluir distintos tipos de dispositivos o sistemas integrándolos mediante una interface.

- Actuadores
- Relés
- Contactores
- Electroválvulas
- Motores eléctricos
- Resistencias eléctricas

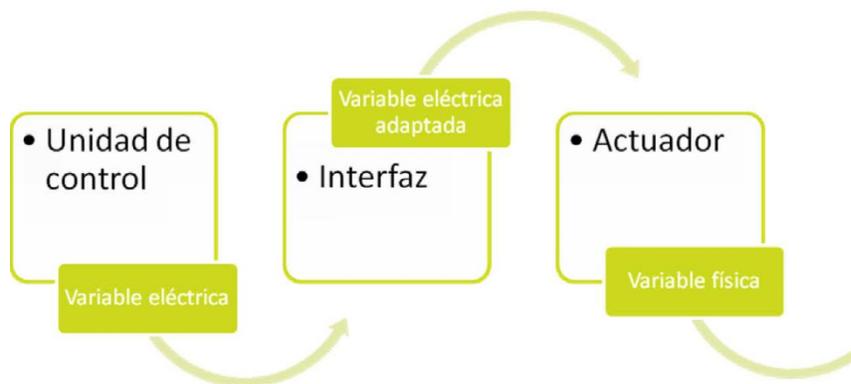
Actuadores



Entendemos por actuadores a los dispositivos electromecánicos que actúan sobre el medio exterior y afectan físicamente al edificio.

Convierten una magnitud eléctrica en otra de otro tipo, realizando de algún modo un proceso inverso al de los sensores.

Mantiene niveles de salida continuos o discretos. Entre la unidad de control y los actuadores, de forma similar a como ocurre entre el controlador y los sensores, se encuentran los acondicionadores de señal



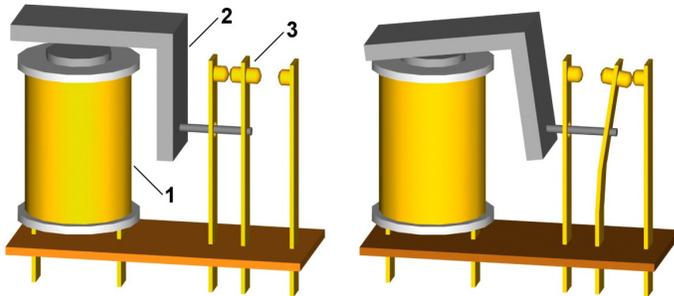
Relés

Los relés son interruptores que permiten conmutar circuitos de potencia más elevada mediante una señal de baja potencia. Puede considerarse, de forma amplia, como un amplificador eléctrico.

Es un dispositivo electromecánico, que basa su funcionamiento en la actuación de un *electroimán* al paso de una corriente continua.



En su forma más sencilla, al pasar la corriente por la bobina se magnetiza el núcleo de hierro del solenoide y atrae a la armadura, provocando la apertura y cierre de contactos eléctricos.



1 Bobina

2 Armadura

3 Contactos

Es suficiente para su funcionamiento una corriente de sólo unos cientos de miliamperios generada por una tensión de sólo unos voltios.

Los contactos, sin embargo, pueden estar sometidos a una tensión de cientos de voltios y soportar el paso de decenas de amperios. Por tanto, el conmutador permite que una corriente y tensión pequeñas controlen una corriente y tensión mayores.

Contactores

El contactor (también llamado relé de potencia), al igual que el relé, sigue siendo un conmutador eléctrico formado por un electroimán y unos contactos conmutadores mecánicos que son impulsados por el electroimán.



La diferencia entre relé y contactor está en la presencia en este último de los denominados contactos de potencia o de fuerza (además de tener contactos de control y maniobra) que permiten el paso de elevadas intensidades.

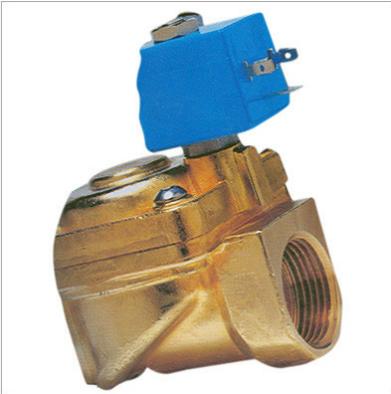
Los relés al paso de ciertas intensidades (más de 5 amp) crean un arco voltaico entre las pletinas que funden su superficie y que degenera en la soldadura de las mismas.

Electroválvulas

- Las electroválvulas, como su nombre indica, son válvulas cuya apertura es controlada mediante una señal eléctrica externa.
- Se emplean fundamentalmente en el control de caudales de líquidos o gases.
- Pueden ser analógicas (paso variable) o digitales (todo/nada).
- Están compuestas por:
 - El cuerpo, que se ajusta a la tubería de actuación
 - El cabezal, que se encargará de mover el dispositivo de apertura o cierre

En función de la tecnología empleada en el cabezal podemos encontrar distintos tipos de electroválvulas.

La mayoría están formadas por un electroimán que permite el control del cierre en función de la corriente aplicada

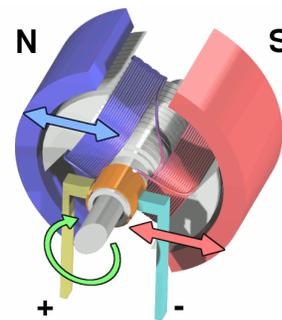
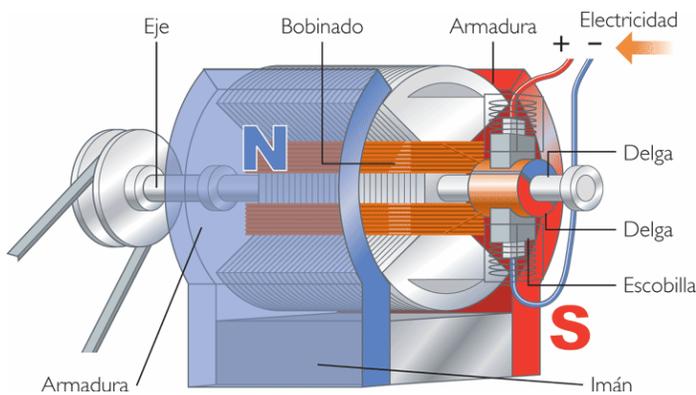


Motores eléctricos

Un motor eléctrico es una máquina capaz de transformar energía eléctrica en energía mecánica por medio de interacciones electromagnéticas.

Los tipos más comunes de motores son:

- Motores de corriente continua, en los que la variación de tensión controla la *velocidad* del mismo.
- Motores de corriente alterna, en los que la velocidad depende de la *frecuencia* de la tensión de alimentación.
-





PROTECCIÓN DE UN SITE CONTRA VARIACIONES EN EL SUMINISTRO DE ENERGIA

CAPITULO 2 EQUIPOS SENSIBLES



Resistencias eléctricas

- Entendemos como resistencias eléctricas, en el contexto de actuadores, a los dispositivos empleados para elevar la temperatura del medio en el que se encuentran.
- Su fundamento está en el efecto Joule: Si en un conductor circula corriente eléctrica, parte de la energía cinética de los electrones se transforma en calor debido a los choques que sufren con los átomos del material conductor por el que circulan, elevando la temperatura del mismo.
 - Ej.: Radiadores, calefactores, secadores, etc.



CAPITULO 3 EQUIPOS DE CÓMPUTO Y SITE

Con equipos cada vez más sofisticados en el centro de la red, responsables de procesar grandes volúmenes y tipos de información hacen que la infraestructura del centro de cómputo, lugar donde se alojan estos equipos requiera cada vez un mejor diseño y configuración para garantizar que el medio ambiente, los sistemas de energía, los sistemas de seguridad y protección, canalizaciones, equipos de procesamiento, equipos de almacenamiento masivo, sistemas de distribución de fibra óptica y demás componentes del sistema, estén inmersos en un ambiente completamente estructurado y de fácil manejo para los operadores y administradores de centro computo.

3.1 EQUIPOS DE CÓMPUTO

Un equipo de cómputo es un conjunto de elementos electrónicos que interactúan entre sí, (*Hardware*) para procesar y almacenar información de acuerdo a una serie de instrucciones. (*Software*)

Al interior de una computadora podemos encontrar elementos de *hardware* tales como una fuente de alimentación, una tarjeta principal, una unidad de disco flexible, una unidad de disco duro, una unidad de CD-ROM, una tarjeta de vídeo, una tarjeta fax - módem, una tarjeta de sonido, entre otros. Externamente normalmente encontramos elementos como: un monitor, un teclado, un ratón, una impresora, etc.

Existe una gran variedad en el tamaño, el costo y el desempeño de los sistemas de cómputo. La tecnología está cambiando tan rápidamente, que pocos meses después de que ha salido al mercado un nuevo modelo, nos enfrentamos con dos



sucesores potenciales; uno cuesta lo mismo y tiene mucho mejor funcionamiento, y el otro tiene el mismo desempeño y cuesta menos.

3.1.2 Clasificación

Las computadoras se pueden clasificar principalmente bajo dos parámetros: su capacidad de almacenamiento y su capacidad de proceso en: Supercomputadoras, Macro-computadoras (*mainframes*), mini-computadoras y microcomputadoras. También existen las denominadas *Workstation* o estaciones de trabajo como una categoría ubicada entre las mini-computadoras y las microcomputadoras.

Este rápido ritmo de cambios tecnológicos altera bastante los esquemas de clasificación. Si se llevara a cabo una encuesta entre una docena de expertos en el tema, pidiéndoles que mencionaran las diferencias entre las mini-computadoras y las microcomputadoras, las respuestas que se obtendrían serían muy diferentes.

Capacidad de almacenamiento. Normalmente, esta capacidad es medida por la cantidad de Bytes que puede almacenar la Unidad o Unidades de Disco Duro del Sistema de Cómputo.

Capacidad de procesamiento. La Capacidad de Procesamiento, está directamente relacionada con la cantidad de microprocesadores que contenga el Sistema de Cómputo y a la velocidad del núcleo del procesador o procesadores del mismo



3.1.3 Supercomputadoras

Son las computadoras más potentes que existen y se utilizan principalmente en investigaciones en el ámbito científico, simulaciones en la NASA, en meteorología para pronósticos climáticos, en entidades gubernamentales con fines militares, etc.; además son equipos multiusuarios que pueden manejar cientos o miles de terminales.



Fig. “Earth Simulator”

Una supercomputadora típica tiene una capacidad de almacenamiento de información en el disco duro de 5, 10, 20, 700 *TeraBytes* (TB) y maneja millones de peticiones simultáneas de acceso a la información. Contiene miles de microprocesadores, trabajando en forma paralela para aumentar su eficiencia. Por su diseño, fueron creadas para servir al tiempo a muchos usuarios



3.1.4 Macrocomputadoras

Son computadoras que se caracterizan por su utilización en el manejo de grandes bases de datos en redes corporativas de gran tamaño. Poseen grandes dispositivos de almacenamiento como discos duros del orden *GigaBytes hasta Tera Bytes (GB)* y cintas de seguridad (*Tape Backup*)

Las macrocomputadoras de hoy generalmente cuestan desde \$120,000 hasta varios millones de dólares. Anteriormente era usual que ocuparan cuartos completos o incluso pisos enteros de edificios. Generalmente eran colocadas dentro de oficinas con vidrios sellados y aire acondicionado especial para mantenerlas a una temperatura baja, y sobre pisos falsos para ocultar todos los cables necesarios para las conexiones de la máquina. Este tipo de instalación ya no es muy utilizada. Hoy en día, es común verlas como una hilera sencilla de grandes archivadores, aunque puede seguir requiriendo de un ambiente controlado.

Nadie sabe realmente dónde se originó el término mainframe. Algunos viejos documentos de IBM definen explícitamente el término "frame" como una parte integral de una computadora: "el bastidor... estructuras de soporte de hardware... y todas las partes y componentes que contiene". Sólo podemos especular que cuando empezaron a aparecer computadoras de todos los tamaños y formas en los ambientes de cómputo, se referían a la computadora grande como el "main frame" (el bastidor principal), como en el término "the main computer" (la computadora principal). Eventualmente el término se acortó a una palabra "mainframe".



3.1.5 Mini-computadoras

Son computadoras que pueden tener varios procesadores y son utilizadas primordialmente en el sector manufacturero y financiero. También tienen aplicación en el manejo de bases de datos de información y se emplean para la administración de redes de computadoras.

Utilizan sistemas operativos multiusuarios con una gran cantidad de variantes y fabricantes. Una mini-computadora puede trabajar individualmente pero es más común encontrarla como estación central con muchos usuarios conectados a ella

3.1.6 Microcomputadoras

Llamadas comúnmente Computadoras Personales (**PC**), son los tipos de computadoras más difundidas. Hay dos grandes familias, las Macintosh de Apple y las IBM PC y compatibles. Las microcomputadoras pueden ser de escritorio o portátiles y tienen infinidad de aplicaciones al nivel del hogar y empresa. Normalmente utilizan únicamente un microprocesador, la capacidad actual de las microcomputadoras va hasta 5 TB.

3.2 CENTROS DE CÓMPUTO INTELIGENTE

¿A qué se le llama Centro de Cómputo Inteligente? ¿A un espacio capaz de pensar? Debido al nombre con que se le conoce y al creciente avance tecnológico podría crearse tal posibilidad. Sin embargo, no se ha logrado reproducir de manera electrónica el complejo proceso de pensamiento





PROTECCIÓN DE UN SITE CONTRA VARIACIONES EN
EL SUMINISTRO DE ENERGIA

CAPITULO 3 EQUIPOS DE CÓMPUTO Y SITE



Actualmente se ha conseguido dotar a estas áreas de sistemas de control central que dan la capacidad de administrar energía, automatizar actividades, eficientar telecomunicaciones y controlar la seguridad de ocupantes e instalaciones, entre otros.

Hasta ahora los hombres de ciencia desconocen la forma en que se relacionan entre sí los alrededor de 10 mil millones de neuronas que contiene el cerebro humano y, por tanto, resulta imposible reproducirlo en dispositivos electrónicos.

El concepto de Centro de Computo Inteligente gira en torno a los principios de diseño interdisciplinario, flexibilidad, integración de servicios, administración eficiente y mantenimiento preventivo. A partir de ello se puede definir como aquella edificación que desde su diseño hasta la ocupación por el usuario final, centra su objetivo en el ahorro de energía y recursos.

El diseño de las instalaciones debe incorporar flexibilidad, característica que permite integrar en la edificación las tecnologías que se desarrollen a futuro, así como la modificación de su distribución física.

Tales inmuebles también se caracterizan por la seguridad y la operación realizada mediante un estricto control y acciones de mantenimiento preventivo.

La palabra Inteligente la tenemos de moda últimamente, hoy en día casi todo es inteligente: hay edificios inteligentes, electrodomésticos inteligentes, tarjetas inteligentes, viviendas inteligentes, captura inteligente de datos y en fin esta palabra ya se volvió parte de las imágenes que recorren el mundo.



Un centro de cómputo inteligente para ser llamado así debería de contar con algunas cosas básicamente:

- Cableado estructurado de voz y datos
- Cableado eléctrico regulado
- Software Actualizado e Inteligente.
- Servidores de Red, Estaciones de trabajo, Micros e Impresoras
- Herramientas de productividad
- Servicios de Internet y Extranet.
- Conmutador telefónico
- Networking
- Capacitación en Herramientas de Productividad

3.3 ADMINISTRACIÓN DEL CENTRO DE CÓMPUTO

Contempla los sistemas de gestión y control propios del edificio y de las prestaciones indirectas que el mismo facilita a los usuarios. Entre ellas:



- Confort: iluminación, climatización.
- Control energético.
- Seguridad: CCTV, control de rondas, alarmas de incendio e intrusos.
- Control de acceso: personal o visitantes.
- Sistema de altavoces-sonido.
- Control de ascensores.
- Control de motores varios: bombas de agua, extractores, inyectoros.

3.3.1 Administración de oficinas

En este caso se incluyen los elementos necesarios para una adecuada automatización del ámbito de trabajo, ya sea por prestación directa al usuario o bien teniendo una instalación lo suficientemente flexible y amplia.

En las oficinas, salas de reuniones, presentaciones o conferencias la automatización juega un papel muy importante, puesto que a las ventajas mencionadas: confort, seguridad, ahorro de energía, etc., se suma la buena impresión que logra, la cual es de vital importancia para las empresas, pues de más está decir que una buena imagen es sinónimo de confianza y la confianza lo es de negocios. Las salas inteligentes no sólo permiten presentar un nuevo producto, dar una conferencia, tener una reunión de negocios, etc., con agilidad y eficiencia, sino que pueden mostrar al mismo tiempo una empresa con tecnología de punta comprometida con su crecimiento.

El usuario accede a la información del sistema por medio de una interface gráfica y por medio de ventanas con texto o gráficos. En la pantalla de la PC, por ejemplo,



puede estar cargado el plano de la oficina donde en forma de iconos se ve el estado de los dispositivos. También el menú con las distintas prestaciones del sistema como los históricos y bases de datos, para un completo control de los sucesos.

Objetivos deseables en una oficina inteligente

- Manejo por personal no cualificado y sin entrenamiento previo.
- Mejoramiento del ámbito de trabajo.
- Abstracción total del hardware.
- Integración de servicios.
- Optimización de recursos.
- Ahorro económico.

3.4 UNA FORMA BÁSICA DE EQUIPOS Y SOFTWARE EN UN CENTRO DE CÓMPUTO INTELIGENTE DEBEN SER:

3.4.1 Routers

Hoy más que nunca los centros de cómputos de cualquier negocio dependen de sus redes. Las redes actuales necesitan soportar todo tipo de medios, desde datos, voz y video, para maximizar el potencial las comunicaciones del negocio a menor costo operativo. El acceso también ha cambiado, son miles los nuevos dispositivos que se conectan a la red vía inalámbrica o alámbrica. Tome ventaja de las soluciones básicas integradas que son seguras, sólidas y compatibles con las tecnologías a futuro. El ruteo integrado de servicios provee atributos y habilita a las organizaciones a tomar ventaja de nuevas tecnologías tales como IP



Communications, Wireless y sistemas avanzados de seguridad; mientras asegura la calidad del servicio de las aplicaciones.

Esta línea de producto ofrece soluciones de redes que incluyen:

- Soluciones de enrutamiento para Proveedores de Servicio.
- Soluciones de enrutamiento Empresariales.
- Plataforma de redes para empresas medianas y pequeñas.

3.4.2 Switches

El Switch ofrece los bloques para construir una infraestructura inteligente de redes, a través de las siguientes soluciones:

- Integrated Security Solutions. Protección a los activos críticos del negocio, mitigando ataques y previene los tiempos de caída de los equipos.
- Business Ready Campus. Infraestructura de conmutación y enrutamiento inteligente con una gama de tecnologías que mejoran la productividad, tales como IP Communications, Movilidad y Seguridad.
- Soluciones MetroEthernet. Ayuda a los proveedores de servicio entregar servicios diferenciados y de altos niveles de rentabilidad.

La plataforma de switches disponibles ofrece una serie de servicios y módulos que habilitan soluciones integradas de firewall, IDS/IPS, análisis de tráfico, manejo de contenido (voz, video y datos), por ejemplo



3.4.3 Seguridad/VPN

Esto ofrece los elementos necesarios para la construcción de soluciones de seguridad integradas, a través de:

- Self Defending Network. Identifica, previene y adapta las amenazas con seguridad integrada a los procesos de negocio interconectados.
- Secure Connectivity. Transporte seguro de las aplicaciones a través de múltiples ambientes de red.
- Threat Defense. Defensa contra amenazas conocidas y no conocidas.
- Trust & Identity. Identificación contextual requerida para usuarios con derecho y confiables.

Las familias de productos que conforman esta tecnología son:

- Firewalls
- Detección y Mitigación de anomalías.
- Seguridad en Puntos finales.
- Administración de la identidad.
- Detección de Intrusos.
- Administración de la seguridad.
- Redes Virtuales Privadas.



3.4.4 Voz y Comunicaciones IP

Esto provee los bloques necesarios para construir una red de comunicaciones basada en IP, a través de las soluciones integradas de seguridad que utilizan el poder de una red convergente para mejorar las comunicaciones de negocio.

- Customer Contact.
- IP Telephony.
- Conferencing.
- Voice Mail & Unified Messaging.
- XML Productivity Applications.
- Servicios de Comunicaciones IP.

Desde el diagnóstico para la preparación de la plataforma hasta la optimización, ayudan a diseñar e implementar las soluciones de IP Communications.

3.4.5 Wireless

Las soluciones de movilidad y redes inalámbricas son:

- Cisco Structured Wireless-Aware Network Framework. Provee seguridad inalámbrica, administración, implementación y movilidad a través de la integración y extendiendo el conocimiento a través de elementos clave de la infraestructura de la red.
- Wireless Mobility Solutions for Service Providers. Ayudar a los operadores de las redes móviles manejar el costo-eficiencia de los retos actuales del mercado y ayudar a habilitar servicios más lucrativos para el futuro.



3.5 UBICACIÓN DEL CENTRO DE PROCESO DE DATOS (CPD) Y CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL EDIFICIO.

Cuando se escoge un lugar para ubicar el CPD, si el problema de los metros cuadrados no existiese en las zonas urbanas donde se concentran las instalaciones de sistemas informáticos, lo ideal sería construir locales que respondan perfectamente a las necesidades del servicio informático, pero a menudo la empresa dispone de locales vacíos o libera algunos locales previamente ocupados e implanta los de los servicios informáticos. Esta práctica que puede parecer económica, no lo es forzosamente en la medida en que la adecuación de esos locales impone modificaciones importantes que gravan considerablemente el precio resultante final. Por otra parte, los locales informáticos no se limitan únicamente a las salas que abrigan los materiales específicos, ya que son indispensables locales anexos, tales como los servicios de estudio y de programación. Su instalación debe regirse por reglas de seguridad que deberán seguirse imperativamente. Estas reglas de seguridad conciernen tanto a los materiales y al personal como a la protección contra los riesgos de cualquier naturaleza. En la construcción de un edificio para instalar un sistema informático, lo primero que se debe elegir es su emplazamiento. La elección del emplazamiento, aparte de las consideraciones de tipo estratégico o de tipo económico para la entidad, precisa ser seguro frente a los riesgos de naturaleza física. La sala en la que va a albergarse la computadora es donde se centran los mayores cuidados de la instalación de un sistema informático. Aparte de la infraestructura normal de un edificio, la sala de la computadora precisa cosas tales como falso piso, falso techo, insonorización, climatización y suministro eléctrico.



3.5.1 Piso Falso

Un piso falso está constituido por baldosas independientes y removibles en madera o metal, de dimensiones variables y recubiertas de un revestimiento plástico. Las baldosas reposan sobre soportes de altura regulable. Estos soportes se colocan sobre el pavimento de base que debe presentar una superficie lisa y estar provisto de un recubrimiento anti polvo. La altura del falso piso está comprendida normalmente entre 0.05 y 0.075 m, pudiéndose conseguir alturas mayores, bajo encargo, en casos especiales en que se precise que sea visitable. Su resistencia a la carga debe ser equilibrada, variando según los materiales y los fabricantes entre 500 y 750 kg/m², calculándose la resistencia media a partir de la unidad central del sistema informático. La carga debida al falso piso varía entre 30 y 50 kg/m². Debe ser robusto e indeformable; resistir a la humedad, a la corrosión y a las cargas mal repartidas, sin hundirse ni desplazarse. Las baldosas son totalmente intercambiables y permiten asegurar la estanqueidad para la circulación del aire, no transmitiendo las vibraciones. Cada baldosa está revestida de un semiaislante, cuyas características eléctricas y resistividad asegura el aislamiento de cargas estáticas y la protección de las personas. La parte metálica que recubre la parte inferior de las baldosas, además de permitir un primer aislamiento en caso de incendio, junto con los soportes, deben unirse eléctricamente a tierra, cuya resistencia eléctrica debe ser tan baja como sea posible (2 a 3 ohmios), constituyendo también de esta forma un blindaje antimagnético. Para permitir los movimientos de material y/o los desplazamientos de carros, los accesos a las salas están equipados de una rampa de desnivel variable para una pendiente comprendida entre el 10 y el 12%. Esta rampa está generalmente recubierta de goma estriada, antiderrapante.



3.5.2 Ductos y Cableado de Señal

En un centro de cómputo donde existe gran variedad de cables necesarios para el funcionamiento y comunicación de los procesadores con sus equipos periféricos, tanto por seguridad como por cuidar los acabados en la decoración interior, los ductos son un factor de gran importancia para ocultar los cables de señal.

Aún contando con piso falso en el centro de cómputo se deben distribuirlos cables a través de canaletas o ductos especiales para cables reducen los costos de instalación dando una apariencia ordenada y facilidad para el mantenimiento. Existen varios tipos de ductos son:

PVC, el cual es igual para la canalización aparente, METALICOS, NORYL, POLYCARBONATO, etc., (los últimos dos soportan temperaturas arriba de los 125°C).

El sistema modular de cableado de comunicación permite conducir cables para voz, datos, video, fibra óptica y electricidad en canales independientes y cuenta con toda la gama de conectores RJ-11, RJ-45, F. TWINAX. BNC. TOKEN-RING. RCA, etc., tanto en PLUG, JACK, ADAPTADOR O RECEPTACULO.

Nunca deberá conducir señal y electricidad por la misma tubería o ducto.

Cable Coaxial:

El tipo de cable para la conducción de señal de datos coaxial o twinaxial provee un alto rango de inmunidad a las interferencia electromagnéticas y de radiofrecuencia, lo cual es de suma importancia en lugares contaminados o zonas



con interferencias, también alcanza distancias más grandes para la transmisión de señal en comparación con el cable de par trenzado (twisted pair).

Cable Par Trenzado (Twisted Pair):

Hoy en día el sistema de cableado estructurado ha dado las facilidades de convertir un departamento, área o edificio en inteligente, donde cada oficina cuenta con los servicios de señal que necesite utilizando el cableado de par trenzado (twisted pair).

Este cableado estructurado consiste en un sistema de distribuidores donde en uno le llega las señales de voz, datos o video de los equipos o procesadores y el otro distribuidor es la concentración de todos los cables que llegan de las oficinas.

Cable de Fibra Óptica:

La fibra óptica es el medio de transmisión de hoy y del futuro, es de alto grado de inmunidad a las interferencias electromagnéticas y cumple con el ancho de banda requerido para las aplicaciones de alta velocidad de datos.

3.5.3 Acústica.

Debe considerarse también la posibilidad de altos niveles de ruido en el entorno de trabajo.

En caso de ser el nivel de ruido muy alto, será preciso adoptar las medidas oportunas de insonoración.



La insonoración tiene por objeto el eliminar al máximo las vibraciones sonoras en el interior y evitar su propagación al exterior. El ruido se produce por la propagación de ondas emitidas por las vibraciones de una fuente que son transmitidas por el medio ambiente. Está compuesto de sonidos de frecuencias variables. Un sonido se caracteriza por dos parámetros fundamentales:

1. El tono, que es la función de la frecuencia de la onda.

-De 1 a 20 Hz:

- los sonidos inaudibles.

-De 20 a 20 000 Hz:

- los sonidos son audibles:
 - Los graves: de 20 a 200 Hz.
 - Los medios: de 200 a 2 000Hz.
 - Los agudos: de 2 000 a 20 000 Hz o por encima.

-Por encima de los 20 000 Hz: son ultrasonidos también inaudibles.

2. la intensidad, que es debida a la supresión del aire durante el paso del sonido y que varía en función del cuadrado de la presión.

Por lo que se debe realizar:

- La absorción fónica en el interior de un local.

- La limitación de la transmisión de ruidos por las estructuras (muros y paredes) y los equipamientos permanentes.



- El impedir la transmisión de los ruidos aéreos de un local a otro.

La absorción del sonido, para ser eficaz, se obtiene a través de:

Insonoración del techo, suelo y paredes en la medida en que éstas no incluyan cristales. Se revisten de placas perforadas, de corcho aglomerado o de metal perforado recubierto de fibra de vidrio. El material de insonoración debe disponerse con una caída sobre los muros con una altura de al menos un metro. Un revestimiento del suelo de base plástica permite eliminar una parte de la reflexión de las ondas sonoras. Los revestimientos plásticos presentan la ventaja de permitir una limpieza fácil, además de no presentar problemas de cargas estáticas. Las paredes de vidrio deben evitarse, ya que reflejan perfectamente los ruidos.

Por uso de mobiliario de madera.

Por insonoración de las máquinas, equipándolas:

- De carcasas de insonoración.
- De bloques antivibraciones. La limitación de la transmisión de ruidos por la estructura de los edificios, las paredes o los equipamientos permanentes es un problema de construcción. Estos ruidos, de orígenes muy diversos, son debidos al contacto de un elemento con una parte cualquiera de la estructura. Las soluciones más habituales son:
 - Revestimientos insonoros de los suelos.



- Uso de baldosas flotantes. Se colocan sobre un material que aísla el suelo y lleva un revestimiento. La transmisión de ruidos procedentes del exterior es muy difícil de evitar. Tabiques pesados (350 kg/m^2) realizados con cámaras de 15 cm los absorben; tabiques dobles de menor espesor, pero separados por un intervalo mayor y, en la medida delo posible, rellenos de materia absorbente, los limitan igualmente.

3.5.4 Iluminación

Es muy importante contar con buena iluminación en toda el área, que facilite la operación de los equipos y para el mantenimiento de los mismos. Si es posible, se deben instalar todas las estaciones de trabajo alineadas en paralelo, de tal forma que las lámparas en el techo queden directas a los costados de las pantallas. Para evitar la fatiga de la vista es necesario instalar lámparas fluorescentes blancas compatibles con la luz del día y pintar la oficina con colores tenues y el techo blanco para activar la reflexión.

Debe evitarse que lleguen los rayos directos del sol, para observar con claridad las distintas luces y señales de la consola y tableros indicadores de los equipos. Los circuitos de iluminación no se deben tomar del mismo tablero eléctrico que para alimentar los equipos de cómputo. El nivel de iluminación corresponde a 40 watts por metro cuadrado de superficie de salón, usando lámparas fluorescentes.



3.5.5 Aire Acondicionado y Humedad

Los fabricantes de los equipos de cómputo presentan en sus manuales los requerimientos ambientales para la operación de los mismos, aunque estos soportan variación de temperatura, los efectos recaen en sus componentes electrónicos cuando empiezan a degradarse y ocasionan fallas frecuentes que reduce la vida útil de los equipos.

Se requiere que el equipo de aire acondicionado para el centro de cómputo sea independiente por las características especiales como el ciclo de enfriamiento que deberá trabajar día y noche aún en invierno y las condiciones especiales de filtrado.

La alimentación eléctrica para este equipo debe ser independiente por los arranques de sus compresores que no afecten como ruido eléctrico en los equipos de cómputo.

La determinación de la capacidad del equipo necesario debe estar a cargo de personal competente o técnicos de alguna empresa especializada en aire acondicionado, los que efectuarán el balance térmico correspondiente como es:

1. Para Calor Sensible.

Se determinan ganancias por vidrio, paredes, particiones, techo, plafón, falso piso, personas, iluminación, ventilación, puertas abiertas, calor disipado por las máquinas, etc.

2. Para Calor Latente.



Se determina el número de personas y la ventilación.

La inyección de aire acondicionado debe pasar íntegramente a través de las máquinas y una vez que haya pasado, será necesario que se obtenga en el ambiente del salón una temperatura de $21^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ y una humedad relativa de $45\% \pm 5\%$, así como también en la almacén de los medios magnéticos. Es necesario que el equipo tenga controles automáticos que respondan rápidamente a variaciones de $\pm 1^{\circ}\text{C}$ y $\pm 5\%$ de humedad relativa.

Estas características de diseño también han demostrado ser de un nivel de confort bueno y aceptado por la mayoría de las personas.

Se recomienda mantener las condiciones de temperatura y humedad las 24 horas del día y los 365 días del año, puesto que las cintas, disquetes, papel, etc., deben estar en las condiciones ambientales indicadas antes de ser utilizados.

Debe tenerse en cuenta que una instalación de aire acondicionado debe proveer como mínimo el 15% de aire de renovación por hora, por el número de personas que en forma permanente consumen oxígeno y expelen anhídrido carbónico, si no se considera, al cabo de un tiempo de operación comienzan a manifestarse malestares como dolor de cabeza, cansancio o agotamiento y disminuyen en el rendimiento del personal.

No deben usarse equipos de aire acondicionado de ventana que no regulen la humedad ni filtren el aire, porque los gases de la combustión de motores y polvo es aspirado y enviado al centro de cómputo.



El polvo y gases corrosivos pueden provocar daños en el equipo, una concentración alta de gases tales como dióxido de sulfuro, dióxido de nitrógeno, ozono, gases ácidos como el cloro, asociados con procesos industriales causan corrosión y fallas en los componentes electrónicos.

Este tipo de problemas son usuales en las ciudades muy contaminadas, por lo que se debe tener en cuenta en el diseño del aire acondicionado instalar filtros dobles o de carbón activado de tal manera que forme un doble paso de filtro de aire, con objeto de evitar causarle daño a las máquinas del sistema y degradaciones en sus componentes electrónicos. Todos los filtros que se usen no deberán contener materiales combustibles.

Para mantener constante la humedad relativa es necesario que el equipo de aire acondicionado se le adicione un humidificador en el ducto de inyección principal.

Un higrómetro de pared en el ambiente de la sala debe controlar al humidificador para el arranque y parada del compresor únicamente. Las unidades manejadoras de aire deberán trabajar en forma continua. El termostato y el higrómetro deberán responder a variaciones de 1°C y 5% de humedad relativa.

Una alta humedad relativa puede causar alimentación de papel impropias, accionamiento indebido de los detectores de humo e incendio, falta de confort para el operador y condensación sobre ventanas y paredes cuando las temperaturas exteriores son inferiores a las del centro de cómputo.

Una baja humedad relativa crea la facilidad para que con el movimiento de personas, sillas rodantes, papel y mobiliarios generen la electricidad estática.



El mejor método de distribución de aire para el centro de computo es el de usar el piso falso para la salida de aire y el plafón falso para el retorno mismo. Debe preverse una renovación de aire mayor al 15 %

3.6 INSTALACIONES ELÉCTRICAS Y TEMPERATURA AMBIENTAL.

3.6.1 Suministro de Energía Eléctrica.

Todas las computadoras dependen vitalmente del suministro de energía eléctrica. Si este suministro falla, el sistema queda totalmente fuera de juego inmediatamente y durante el tiempo que el fallo dure, pudiendo también verse afectados los sistemas de aire acondicionado y de protección de incendios. Los paros en el acondicionamiento del aire pueden originar pérdidas de información, que pueden llegar a ser parciales o totales, temporales o definitivas, en discos y cintas. Por supuesto que la pérdida total de suministro no es la única fuente de problemas: variaciones de voltaje o frecuencia, por encima de los valores especificados por los fabricantes de la computadora, incluso si es sólo por breves intervalos de tiempo, pueden provocar un mal funcionamiento en los equipos. Normalmente, las instalaciones reciben su alimentación de los suministros públicos de electricidad, y debe considerarse la posibilidad de fallos de ese suministro debido a daños accidentales en las subestaciones, cables subterráneos, daños por tormentas en líneas aéreas, excesos de carga en casos de fuerte demanda o, incluso, acciones terroristas contra el sistema de alimentación. Algunas perturbaciones pueden ser de tan corta duración que son muy difíciles de detectar y de relacionar con fallos en el funcionamiento de los



equipos. Para detectar variaciones transitorias se requiere el uso de equipos especiales para controlar la alimentación y registrar las perturbaciones. Algunas de las causas posibles de perturbación en el suministro incluyen:

Reducciones en el voltaje y/o en la frecuencia en los momentos de alta demanda, por periodos de de pocas horas.

Reducciones en el voltaje debidos a fuertes corrientes producidas por plantas eléctricas cercanas, como sucede durante el arranque de ciertos tipos de motores eléctricos, para cortos periodos, de algunos ciclos de la alimentación hasta algunos segundos.

Perturbaciones transitorias durante algunos pocos ciclos en la alimentación, por cuales tales como relámpagos repentinos sobre las líneas de alimentación, o la operación de dispositivos eléctricos, tales como motores de ascensores o equipos de aire acondicionado.

Introducción de voltajes armónicos en la alimentación de operación de equipos eléctricos cercanos. Si hay posibilidades de que el suministro sea de objeto de perturbaciones, puede ser necesario disponer de una fuente de alimentación no sujeta a la influencia de las perturbaciones, considerando incluso la posibilidad de instalar filtros o un motor-alternador que actúen como un amortiguador entre el suministro y la computadora que pueden vencer variaciones en la alimentación que tengan duraciones por debajo de aproximadamente 100 milisegundos. Para variaciones de más larga



duración, se deben tomar medidas especiales, tales como la incorporación de un volante en el juego motor-alternador. Para perturbaciones más largas o incluso interrupciones, deben considerarse algunas formas de fuentes alternativas de energía. El sistema más completo y más complejo es el que se denomina habitualmente SAI(Sistema de Alimentación Ininterrumpida), que es una unidad de conversión de energía eléctrica que proporciona corriente alterna de alta calidad. Acepta diversos suministros de energía de entrada, dentro de unos parámetros especificados, y los convierte en la energía de salida necesaria para el equipo de proceso de datos, dentro de los parámetros que éste precisa. Las entradas de energía aceptables por SAI incluyen los suministros de las compañías, generadores locales o baterías. Un SAI de tipo estático se compone básicamente de un rectificador y un inversor. La corriente alterna de entrada se rectifica y alimenta al inversor y a la batería.

3.6.2 instalación eléctrica

Al hablar de la instalación eléctrica estamos entrando en una parte extremadamente importante, pues es aquí donde se va a garantizar el buen o mal suministro de energía y por consiguiente del funcionamiento del equipo eléctrico, electrónico y de cómputo por lo cual será la parte fundamental para conseguir un buen funcionamiento desde el punto de vista de Ingeniería eléctrica.

La instalación eléctrica es un factor fundamental para la operación y seguridad de los equipos en el que se debe completar el consumo total de corriente, el calibre de los cables, la distribución efectiva de contactos, el balanceo de las cargas eléctricas y una buena tierra física.



Una mala instalación provocaría fallas frecuentes, cortos circuitos y hasta que se quemen los equipos.

La instalación eléctrica para el área de sistemas, debe ser un circuito exclusivo tomado de la sub-estación o acometida desde el punto de entrega de la empresa distribuidora de electricidad, usando cables de un solo tramo, sin amarres o conexiones intermedias. Para el cálculo de la línea se debe tomar un factor de seguridad de 100% en el calibre de los conductores para una caída máxima de voltaje de 2%. Se debe construir una tierra física exclusiva para esta área, la cual se conecte a través de un cable con cubierta aislante al centro de carga del área de cómputo.

3.6.3 Construcción de la Tierra Física

La importancia de realizar una conexión a tierra en un SITE es mucha, ya que en estos lugares hay una gran cantidad de equipos electrónicos y una corriente indeseable o sobré tensión podría causar una perdida muy costosa en estos equipos. Además estos lugares normalmente hay flujo de personas y si un cable que no esté bien aislado hiciera contacto con la carcasa de algún contacto o algún material conductor que este expuesto al personal podría ocasionar algún accidente.

Otra razón por la que debe instalarse un sistema de puesta a tierra eficiente en un edificio es para evitar que las descargas atmosféricas caigan en lugares indeseados y puedan ocasionar algún accidente o dañar nuestros equipos, esto se logra mediante sistemas de pararrayos los cuales deben conectarse directo a



tierra, es decir, el conductor que se use para la instalación del pararrayos no debe estar conectado a ningún otro equipo del edificio

De acuerdo a la Norma Oficial Mexicana.

LA RESISTENCIA A TIERRA REQUERIDA POR LA NOM-001-SEDE-2005

En el diseño de los Sistemas de Tierras se debe tomar en cuenta la normatividad vigente. Por ejemplo, en la Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEDE-2005 se mencionan los valores máximos de resistencia a tierra de los electrodos a emplearse en las instalaciones eléctricas.

ARTICULO 250 - PUESTA A TIERRA

- Sistema de Electrodos de Puesta a Tierra

250-84. Resistencia de los electrodos fabricados. Un electrodo único que consista en una varilla, tubería o placa y que no tenga una resistencia a tierra de 25 ohms o menos, se debe complementar con un electrodo adicional de cualquiera de los tipos especificados en 250-81 o 250-83. Cuando se instalen varios electrodos de barras, tubos o placas para cumplir con los requisitos de esta Sección se deben colocar a una distancia mínima de 1,83 m entre sí, y deben estar efectivamente conectados entre sí.

ARTICULO 921 - PUESTA A TIERRA

- Disposiciones Generales

921-18 Resistencia a tierra de electrodos. Disposiciones generales. El sistema de tierras debe consistir de uno o más electrodos conectados entre sí. Este sistema debe tener una resistencia a tierra suficientemente baja para minimizar los riesgos al personal en función de la tensión eléctrica de paso y de contacto (se considera aceptable un valor de 10 ohms; en terrenos con alta resistividad este valor puede



llegar a ser hasta de 25 ohms. Si la resistividad es mayor a 3000 ohms/m se permiten 50 ohms) para permitir la operación de los dispositivos de protección.

1. Plantas generadoras y subestaciones. Cuando están involucradas tensiones y corrientes eléctricas muy altas, se requiere de un sistema enmallado de tierra con múltiples electrodos y conductores enterrados y otros medios de protección.
2. Sistemas de un solo electrodo. Los sistemas de un solo electrodo deben utilizarse cuando el valor de la resistencia a tierra no exceda de 25 ohms en las condiciones más críticas. Para instalaciones subterráneas el valor recomendado de resistencia a tierra es 5 ohms.

NOM-022-STPS-2008 ARTICULO 9.2 INCISO F

Los valores de la resistencia de la red de puesta a tierra que se obtengan en esta prueba, deben estar comprendidos entre 0 y 25 ohms para el sistema de pararrayos, y tener un valor no mayor a 10 ohms para la resistencia de la red de puesta a tierra, con objeto de drenar a tierra las corrientes generadas por las cargas eléctricas estáticas.

Se deberá elegir un jardín o lugar en donde exista humedad, en caso contrario es necesario colocar un ducto que aflore a la superficie para poder humedecer el fondo.

Hacer un pozo de 3 metros de profundidad y 70 centímetros de diámetro.

En el fondo se debe colocar una capa de 40 cm. de carbón mineral sobre la cual descansará una varilla copperwel.



PROTECCIÓN DE UN SITE CONTRA VARIACIONES EN EL SUMINISTRO DE ENERGIA

CAPITULO 3 EQUIPOS DE CÓMPUTO Y SITE



Encima del carbón se deberá agregar una capa de sal mineral de 5 cm. y otra de pedacería de aluminio y cobre de 40 cm., cubriéndose después con tierra hasta la superficie.

El tablero principal para el equipo del computador se debe proveer trifásico y con doble bus de tierra, (5 hilos), uno para el neutro eléctrico y otro para proveer tierra física a las maquinas.

Como una medida de seguridad deberá instalarse en un lugar próximo a la puerta un control para cortar la energía a todo el equipo de cómputo en cualquier situación de emergencia, y deberá estar debidamente señalizado.

El espacio próximo al control de interruptores debe permanecer libre de obstáculos para su fácil operación.

Se deberá tener tantos circuitos como máquinas estén indicadas que deben llevar conector, esto es: La unidad central de proceso, impresoras, unidades de control de discos, cintas, comunicaciones, pantallas, etc. La protección de estos circuitos debe ser interruptor termomagnético. Se deben tener circuitos extras para cubrir ampliaciones con las características de los circuitos trifásicos y monofásicos.

Todos los conductores eléctricos hacia el centro de carga de la sala deben instalarse bajo tubería metálica rígida y de diámetro adecuado, debidamente conectadas a tierra.

Los circuitos a cada unidad deben estar en tubo metálico flexible, en la proximidad de la maquina que alimentarán, para evitar transferencia de energía radiante de los



PROTECCIÓN DE UN SITE CONTRA VARIACIONES EN
EL SUMINISTRO DE ENERGIA

CAPITULO 3 EQUIPOS DE CÓMPUTO Y SITE



mismos, a los cables de señal del computador y por otra para evitar peligros de incendio.

Los circuitos de la unidad central de proceso, impresoras, unidades de control de discos, cintas, comunicaciones, se debe rematar con conectores tipo industrial a prueba de agua y explosión Rusell & Stollo equivalente.

Todos los interruptores deben estar debidamente rotulados para su rápida operación por parte del personal autorizado.

Para las conexiones de los contactos polarizados 125 VCA 3 hilos, debe utilizarse el código de colores:

- FASE: Negro, rojo o azul
- NEUTRO: Blanco o gris
- TIERRA FÍSICA: Verde

Al efectuar los cálculos de la instalación eléctrica al tablero del equipo, los conductores, reguladores de tensión, interruptores termomagnéticos, etc., se deben calcular teniendo en cuenta la corriente de arranque de cada máquina, la cual generalmente es superior a la nominal.

Dicha corriente de arranque debe poder ser manejada sin inconvenientes, por todos los elementos constitutivos de la instalación. Se debe considerar una expansión del 50% como mínimo.



3.6.4 Línea Eléctrica Independiente para Servicios

El uso de herramientas eléctricas para la limpieza o cualquier otro trabajo (aspiradora, taladro, pulidora, etc.) dentro del área de cómputo o en sus proximidades, implica las necesidades de que estas sean utilizadas conectándolas en una línea eléctrica que no sea utilizada por las máquinas componentes del sistema, para evitar las perturbaciones electromagnéticas que pudieran producir, las cuales afectan el trabajo que realiza el computador.

3.6.5 Placa contra Picos Eléctricos

En construcciones nuevas de locales para centros de cómputo, es necesario prever una placa de aluminio de 1 metro cuadrado, ahogada en concreto, debajo del piso falso y frente al tablero principal de distribución eléctrico a las diferentes máquinas del sistema.

Estas placas deberán unirse eléctricamente al tablero de distribución eléctrico, de modo que forme una capacidad contra el plano de tierra del piso falso. La línea de conexión entre la placa con Picos con el tablero de distribución, no debe exceder de 1.5 metros de largo.

3.6.6 Regulador de Voltaje

Es indispensable la instalación de un regulador de voltaje para asegurar que no existan variaciones mayores al $\pm 10\%$ sobre el valor nominal especificado, que dé alta confiabilidad, protección total de la carga y rechace el ruido eléctrico proveniente de la línea comercial contaminada por motores, hornos, etc., éste deberá soportar la corriente de arranque con baja caída de tensión y estar



calculado para las necesidades del sistema y la ampliación futura que se estime necesaria.

La regulación debe ser rápida efectuando la corrección para cualquier variación de voltaje o de carga entre 1 y 6 ciclos.

Las variaciones que soportan los equipos son las siguientes

Tolerancia de voltaje Tolerancia de frecuencia

- 115 volts +10% -10% 60 Hz. +-1/2 Hz.
- 208 volts +6% -8%

Se requiere instalar un arrancador electromagnético con estación de botones, para proteger los equipos que no estén soportados por el UPS, de sobretensiones al momento de cortes de energía momentáneos y que estén únicamente con regulador de voltaje, el cual al momento de cualquier corte eléctrico, desenergizará los equipos y cuando regrese la corriente eléctrica, no entrará de lleno a los mismos si no hasta que una persona active el botón de arranque.

3.6.7 Fuente Ininterrumpida de Energía (UPS)

Para proteger de fallas de energía eléctrica comercial y evitar pérdida de información y tiempo en los procesos de cómputo de los equipos, se requiere de un UPS el cual abastezca eléctricamente como mínimo al equipo procesador, la impresora del sistema y la consola del sistema.



El uso de una fuente interrumpida de energía evita fallas en los sistemas de cómputo entregando una tensión:

- a) De amplitud y frecuencia controlada.
- b) Sin picos ni ciclos faltantes.
- c) En fase y redundante con la línea externa, independiente del comportamiento de la red comercial.

El UPS en condiciones normales de energía comercial funciona como un regulador de voltaje, y en una baja o corte de energía, entra la carga de las baterías (Battery Backup) de un modo sincronizado que le es transparente al funcionamiento de los equipos.

Una vez restablecida la energía, las baterías se recargan automáticamente.

3.6.8 Estática

Una de las fallas más difíciles de detectar en los equipos es ocasionada por la electricidad estática producida por la fricción entre dos materiales diferentes y la consiguiente descarga de este potencial. Los materiales que son más propensos a producir estática son aquellos que están hechos de resina, plásticos y fibras sintéticas.

El simple hecho de arrastrar una silla sobre el piso nos ocasionará que tanto la silla como la porción del piso sobre el que se arrastró queden cargadas de electricidad estática. Si aquella silla o esta persona son aproximadas a una mesa metálica conectadas a tierra como los equipos de cómputo, ocasionará que se



produzca una descarga que puede ser o no sensible a una persona, pero sí será sensible a los equipos de cómputo.

Para reducir al mínimo la estática, se recomienda las siguientes medidas:

- a) Conectar a tierra física tanto el piso falso como todos los equipos existentes.
- b) El cable para la tierra física deberá ser recubierto y del mismo calibre que el de las fases y el neutro.
- c) La humedad relativa deberá estar entre 45% +/- 5% para que las cargas estáticas sean menos frecuentes.
- d) Se recomienda usar cera antiestática en el piso.
- e) Si existieran sillas con ruedas, se recomienda que estas sean metálicas.

3.7 SEGURIDAD

La seguridad es un factor de suma importancia al planear la instalación física de un centro de cómputo. Esta consideración se refleja en la elección de las normas a considerar para la ubicación del procesador, materiales utilizados para su construcción, equipo de detectores y protección contra incendios, sistema de aire acondicionado, instalación eléctrica, sistema de control de acceso y el entrenamiento al personal u operadores.



3.7.1 Situación del Área del Procesador

El área de los procesadores no debe situarse encima, debajo o adyacente a áreas donde se procesen, fabriquen o almacenen materiales inflamables, explosivos, gases tóxicos, sustancias radio activas, etc...

No debe existir material combustible en el techo, paredes o piso y debe ser resistente al fuego (mínimo una hora).

Todas las canalizaciones, ductos y materiales aislantes, deben ser no combustibles y que desprendan polvo.

3.7.2 Almacenamiento de Información

Cualquier información almacenada en el centro de proceso, como listados, diskettes, cintas, etc..., debe estar guardados en gavetas metálicas o resistentes al fuego.

La sintética deberá estar construida con un rango de resistencia al fuego de por lo menos dos horas y debe ser utilizada sólo para este fin.

Se deberá contar con un lugar seguro e independiente del centro de proceso para custodiar los dispositivos magnéticos de respaldo, ya sea en bóvedas o en cajas fuertes, de preferencia en otro edificio.



3.7.3 Equipos Contra Incendios

La mejor prevención contra incendios consiste en emplear materiales no combustibles o en su defecto, tratarlos con pinturas, impregnaciones u otros que impidan o retarden su inflamación.

Debe instalarse un sistema de detección de humo e incendio distribuido por toda el área, tanto debajo del piso falso, en las salidas de aire acondicionado, en el falso plafón como las visibles en el techo. Este sistema de detección debe activar una alarma, la que avisara al personal para efectuar el plan de contingencia ya establecido.

Deben emplearse suficientes extintores portátiles de bióxido de carbono. Este es el agente recomendado para el equipo eléctrico (fuego clase "C"). La ubicación de los extinguidores debe estar marcada en el techo y ser accesible a las personas que trabajan en el área. Además, deben poder ser retirados con facilidad en caso de necesidad. Estos extintores deben ser inspeccionados una vez por año como mínimo y las instrucciones para su uso deben ser colocadas al lado de los mismos e incluidas en el programa de seguridad.

Es aconsejable colocar una boca de agua con manguera a una distancia efectiva del centro de proceso, como agente extintor secundario para escritores, sillas, muebles, etc. (fuego clase "A").



3.7.4 Luces de Emergencia

Se recomienda el uso de luces de emergencia alimentadas del UPS (Uninterruptible Power Supply) o con baterías, que automáticamente se encienden ante una falta de energía eléctrica comercial.

3.7.5 Seguridad del Personal

El centro de cómputo debe estar construido y amueblado de manera que no se presenten lugares de peligro para el personal, como son: puertas enteras de vidrio sin indicadores en el mismo, lámparas de vidrio sin una protección adecuada, éct.

Las salidas deben estar claramente marcadas y los pasillos del salón que los conducen, deben permanecer sin obstrucciones.

Las áreas de servicios recomendadas para todos los sistemas y equipos auxiliares deben ser siempre respetadas.

3.7.6 Seguridad Contra Inundaciones

Si el centro de cómputo en la planta baja o en el sótano, es importante que se considere y elimine cualquier posibilidad de inundación.

Elevar 20cm. su piso normal y verificar que en el área y sus alrededores haya buen sistema de drenaje y que este funcione adecuadamente.

Colocar una protección adicional en las puertas a fin de evitar que se introduzca en el agua, en caso de que ésta subiera arriba de los 20cm o hasta el nivel del piso falso.



3.7.7 Seguridad para el Acceso al Centro de Cómputo

El centro de cómputo debe tener una sola entrada para controlar el acceso a la instalación. Las puertas adicionales para salida de emergencia sólo podrán ser abiertas desde adentro y deberán estar siempre cerradas. Esta puertas de acceso única, permitirá tener un mejor control del paso al centro de cómputo, tanto del personal como visitantes.

Dependiendo de factores tales como el edificio en donde está instalado el centro de cómputo albergue otras funciones, es primordial el hecho de evitar el libre acceso a áreas restringidas. La identificación de las personas deberá ser total, antes de permitirles el paso hacia áreas más críticas.

Excepto para el personal de servicio, no se debe permitir que cualquier visitante tenga acceso al centro de cómputo o sus alrededores. Si esto es requerido o necesario, dicho visitante deberá ser acompañado por el personal responsable autorizado o de vigilancia durante su permanencia en área. Tanto el personal de servicio como los visitantes deberán ser llamados para revisión de cualquier objeto de mano que pretendan introducir al área restringida como: maletas, bolsas, portafolios, bultos, etc.

El acceso puede ser mejor controlado por medio de cerraduras electromecánicas operadas a control remoto, previa identificación de la persona.

Existen cerraduras eléctricas que se pueden abrir con tarjetas magnéticas programables o tableros de control con password (clave de acceso), cuya clave puede ser cambiada periódicamente y es posible registrar automáticamente las



entradas, intentos de violación e inferir cuando se está haciendo mal uso de una clave confidencial.

También existe dispositivos de monitoreo a base de cámaras de T.V. en circuito cerrado, de modo que una persona de vigilancia pueda estar checando simultáneamente todas aquellas áreas que son de fácil acceso desde el exterior del edificio y poder notificar oportunamente al vigilante más cercano sobre lo que considera sospechoso y que es necesario interceptar. Una comunicación directa entre todos los puntos de vigilancia mencionados y el puesto de monitoreo, es indispensable.

La vigilancia personal es de los mejores medios de seguridad por lo que el personal deberá ser instruido para que vigile a cualquier persona que no conozca y que se encuentre dentro de la instalación y que en adición sepa que no está autorizada para permanecer ahí. Cuando menos una persona de cada turno deberá ser asignada como responsable de la seguridad interna.

3.8 MANTENIMIENTO PREVENTIVO

Es muy importante saber las condiciones de operación de los equipos y prevenir riesgos y efectos de problemas que puedan afectar la operación de los mismos, por lo que se recomienda que periódicamente se elaboren los calendarios y se realice el mantenimiento preventivo oportunamente. Se recomienda contar con una póliza de mantenimiento de servicio de algún proveedor o con personal altamente capacitado para la realización del mantenimiento preventivo.

Se deberá revisar las especificaciones en el manual de operación de cada equipo.



PROTECCIÓN DE UN SITE CONTRA VARIACIONES EN
EL SUMINISTRO DE ENERGIA

CAPITULO 3 EQUIPOS DE CÓMPUTO Y SITE



Para los procesadores de datos se deberán checar: los errores del disco duro, cambiar los filtros de aire o en su defecto lavarlos, revisar la configuración del rack, limpiar las cabezas lectoras de las unidades de cintas diskette y cartucho, revisar cables flojos, remover y aspirar el polvo que pueda tener, revisar puertas abiertas, etc.

Para las impresoras y demás periféricos revisar las bandas, engranes rodillos, tractores, motores, etc., se deberán cambiar partes muy gastadas.

Para el piso falso y plafones, se deberán mantener aspirados y limpios sobre todo si se usan como cámara plena de aire acondicionado para que no suelte polvo para los equipos.

El aire acondicionado por sus condiciones de uso que es exclusivo para el centro de cómputo y su funcionamiento es de las 24:00 hrs. del día todo el año, se requiere de un mantenimiento preventivo del compresor filtros de aire de la manejadora, etc.

Los detectores de humo e incendio probarlos para que activen el sistema de alarmas y estén en condiciones de operación para cuando se requiera.

La instalación eléctrica, UPS's y reguladores, checar que proporcionen los voltajes correctos, cables flojos o de falso contacto, interruptores, etc.



CAPITULO 4 PARARRAYOS.

4.1 SISTEMAS DE PARARRAYOS.

Los rayos ocurren con diferentes intensidades y un sistema que proteja contra su efecto deberá ser diseñado tomando en cuenta los rayos promedio o mayores del área en cuestión. Las descargas no pueden ser detenidas, pero la energía puede ser desviada en una forma controlada. El intentar proteger contra descargas directas puede ser excesivamente caro.

Un sistema de protección contra descargas, llamado de pararrayos, debe:

- Capturar el rayo en el punto diseñado para tal propósito llamado terminal aérea.
- Conducir la energía de la descarga a tierra, mediante un sistema de cables conductores que transfiera la energía de la descarga mediante trayectorias de baja impedancia.
- Disipar la energía en un sistema de terminales (electrodos) en tierra.

Como la tierra no tiene una resistividad uniforme en todos los puntos, dentro de un mismo predio puede existir un potencial entre dos placas de metal enterradas. Por eso, en un sistema de electrodos múltiples conectados entre sí, a manera de malla, existe la probabilidad de que exista una diferencia de potencial entre algunos de sus puntos aterrizados.

El problema de diferencia de potenciales entre electrodos se complica aún más cuando una nube cargada pasa por encima de la malla. Además, una descarga eléctrica que caiga cerca, causará grandes corrientes en la tierra para restablecer el equilibrio de cargas. Al fluir esta corriente por tierra, causará una diferencia de



PROTECCIÓN DE UN SITE CONTRA VARIACIONES EN
EL SUMINISTRO DE ENERGIA

CAPITULO 4 PARARRAYOS



potencial entre los diferentes electrodos y esta diferencia de potencial, a su vez, causará que fluya corriente por los conductores de la malla.

Es conocido que un campo magnético se crea cada vez que existe un rayo, no importando si es a tierra o entre nubes. Este campo induce una corriente en cualquier conductor en la vecindad del rayo. Si existen electrodos al final de ese conductor, fluirá por tierra la corriente cerrando el circuito. Por ejemplo, un oleoducto puede transmitir la corriente de una descarga a una gran distancia del punto donde la descarga tuvo lugar.

Los rayos son señales eléctricas de alta frecuencia, gran potencial y alta corriente, por ello son causa de interferencia en sistemas electrónicos. Son de alta frecuencia por la elevada razón de cambio de la señal, de aproximadamente 1 us. Por ello, para dirigir a tierra las descargas atmosféricas se utilizan las técnicas para señales en altas frecuencias.

La inductancia de los conductores de cobre usados para tierras es de aproximadamente de 1.64 uH/m. A la frecuencia equivalente de los rayos, la impedancia debida a la inductancia es muchas veces mayor que la impedancia debida a la resistencia del conductor. Por lo que, para los rayos, los conductores más largos de 10 m tienen una impedancia en términos prácticos infinita, lo que impide que conduzcan la corriente. Además, estas señales de alta frecuencia no seguirán nunca una vuelta muy cerrada del conductor, porque cada doblez incrementa la reactancia inductiva. De ahí, que todos los cables de conexión a tierra de pararrayos deben tener curvas generosas en lugar de esquinas cerradas. Por ello, se recomiendan curvas con radio de unos 20 cm, y conductores múltiples conectados en paralelo a tierra.



Como los rayos se reflejan como cualquier onda de alta frecuencia, es básico que la impedancia a tierra sea baja para la descarga, ya que todas las partes del sistema conectadas a tierra, elevarán y bajarán su potencial con respecto de tierra al tiempo de la descarga.

4.2 ESTÁNDARES DE PROTECCIÓN.

Tanto en Europa (donde caen menos rayos que en países latinoamericanos), como en Norteamérica, se ha debatido mucho sobre los métodos de protección, tanto así que en Europa permanecen los dos estándares de protección, el llamado Franklin/Faraday, que es el tradicional, y el de puntas de inicio (*early streamers* en inglés). En EUA, el estándar aprobado por la asociación contra el fuego (NFPA) es el Franklin/Faraday y, se conoce como NFPA-780. El otro, no fue aceptado como parte del estándar, ya que se considera de efectividad igual que una punta del tipo Franklin.

En México, tenemos desde el 2006 una Norma Mexicana al respecto emitida por ANCE con el número NMX-J-549-ANCE. Al no tener carácter obligatorio esta norma, las compañías que promueven las marcas de puntas de inicio Sante-Elme y Prevectron entre otras marcas en el mercado, están instalando sus sistemas bajo normatividad francesa, o ninguna normatividad.



4.3 ZONA DE PROTECCIÓN (MÉTODO NORTEAMERICANO)

PRIMERA CLASE.- Las estructuras de esta clase, requieren de poca o ninguna protección. El requisito es que verdaderamente estén conectados a tierra. Ejemplos de esta clase son:

- a) Todas las estructuras metálicas excepto tanques u otras estructuras que contengan materiales inflamables.
- b) Tanques de agua, silos y estructuras similares, construidas mayormente de metal.
- c) Astas bandera construidas de algún material conductor.

SEGUNDA CLASE.- Esta clase consiste de edificios con cubierta conductora y estructura no conductora, tal como edificios con cubierta metálica. Este tipo requiere de conductores para conectar la cubierta a electrodos en la tierra.

TERCERA CLASE.- Esta clase consiste de edificios con estructura metálica y cubierta no conductora. Este tipo requiere de terminales aéreas conectadas a la estructura y fuera de la cubierta para actuar como terminales pararrayos.

CUARTA CLASE.- Esta clase consiste de estructuras no metálicas, que requieren una protección. Se incluyen en esta clase:

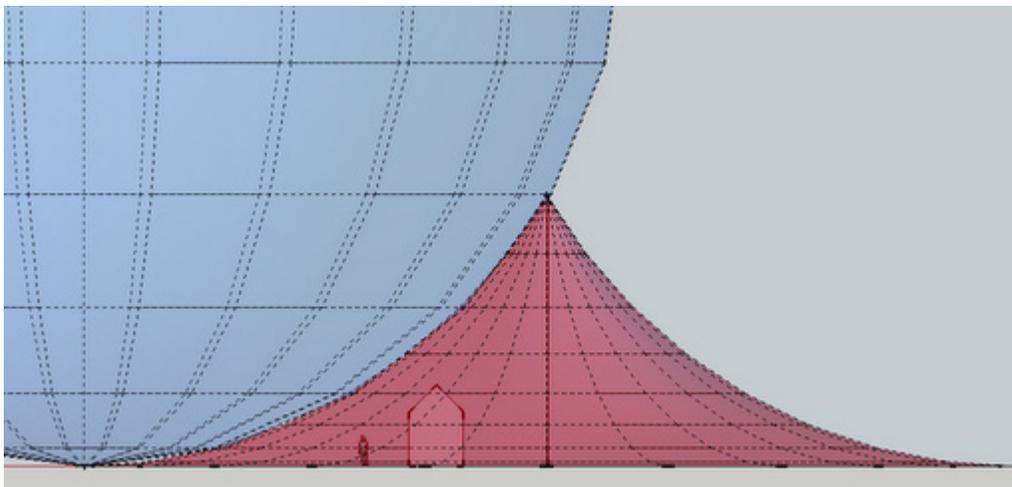
- a) Edificios de madera, piedra, ladrillo u otros materiales no conductores, sin elementos de refuerzo metálicos.
- b) Chimeneas. Aún con elementos de refuerzo, éstas deben tener una gran protección contra rayos, con terminales aéreas, cables de bajada y electrodos de aterrizado.



QUINTA CLASE.- Una quinta clase consiste de aquellas cosas cuya pérdida puede ser de consecuencias, y que normalmente recibe un tratamiento pararrayos completo, incluyendo terminales aéreas, cables de bajada y electrodos de aterrizado. Entre éstas están:

1. Edificios de gran valor estético, histórico o intrínseco.
2. Edificios conteniendo combustibles o materiales explosivos.
3. Estructuras conteniendo sustancias que pueden ser peligrosas si se derraman como consecuencia de una descarga.
4. Tanques o conjuntos de tanques.
5. Plantas de energía y estaciones de bombeo.
6. Líneas de transmisión.
7. Subestaciones eléctricas.

La técnica usada para analizar la acción de las descargas en objetos a tierra es el modelo electromagnético desarrollado originalmente por Golde R.H. Y derivado de ese modelo, desde 1970 se emplea el método de la esfera giratoria.





Para calcular la zona o distancia de protección de los pararrayos El equipo dentro de la zona de protección debe ser conectado a la misma red de tierras para que no exista una diferencia de potencial entre puntos en el sistema. Sin embargo, aparatos conectados a líneas eléctricas que salen del área de mismo potencial pueden dañarse de no tener las protecciones mencionadas.

4.4 SISTEMA FRANKLIN

Benjamín Franklin fue el primero en darse cuenta que la altura era un factor importante en el diseño de protecciones contra rayos.

El rango de atracción de un pararrayos es la distancia sobre la cual un pararrayos sencillo vertical de una altura dada sobre un plano limpio, atrae una descarga atmosférica. El espacio protegido por tal dispositivo define el lugar en que la construcción no suele ser afectada por una descarga directa.

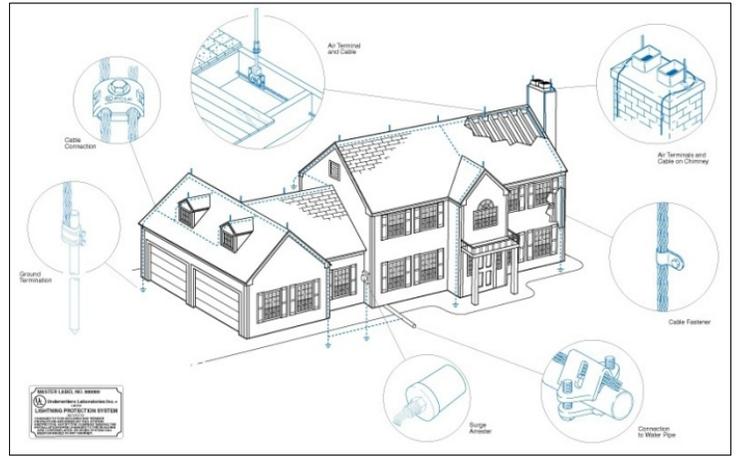
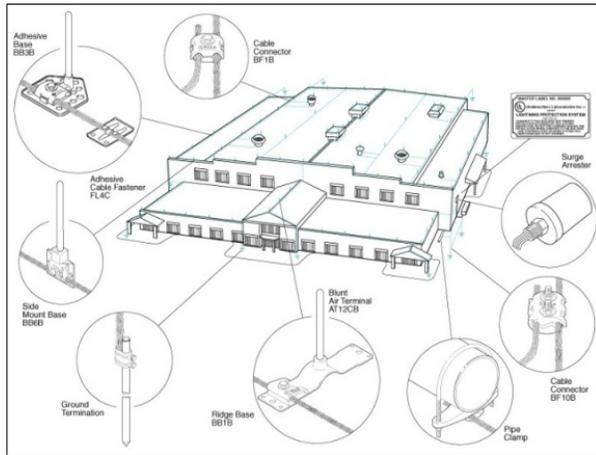
El sistema más sencillo y más antiguo de pararrayos, es el que consiste en terminales aéreas de cobre, bronce o aluminio anodizado terminadas en punta, llamadas puntas Franklin, colocadas sobre las estructuras a proteger de los rayos. Este sistema se aplica en iglesias, casas de campo, graneros y otras estructuras ordinarias.



PROTECCIÓN DE UN SITE CONTRA VARIACIONES EN EL SUMINISTRO DE ENERGIA



CAPITULO 4 PARARRAYOS



Estas terminales deben estar por lo menos 25 cm sobre la estructura y, cuando esta altura mínima se emplea, la distancia entre ellas debe ser como máximo de 6 m.

Para asegurar una buena conexión y una baja impedancia, por lo menos cada terminal aérea debe tener dos trayectorias a tierra, y estas trayectorias deben estar cuando más a 30 m de separadas entre sí.

4.5 SISTEMA TIPO JAULA DE FARADAY.

Para estructuras grandes, se utiliza una modificación al sistema Franklin de pararrayos, al añadir a las terminales aéreas conductores que crucen sobre la estructura a proteger como una caja de Faraday limitada sobre y a los lados de la construcción, y todo ese conjunto resultante es conectado a cables múltiples de bajada, que a su vez se conectan al sistema de tierras perimetral del edificio.

Los edificios modernos con estructura de acero y con varillas embebidas en concreto se acercan al concepto de la jaula de Faraday, y el riesgo de que un rayo



que penetre en un edificio protegido de esta manera es extremadamente pequeño Aunque se debe notar que los rieles de los elevadores no deben ser usados como el conductor de bajada de los pararrayos.

Para hacer más efectiva la protección de este sistema, se usan puntas del tipo Franklin o del tipo "paraguas".

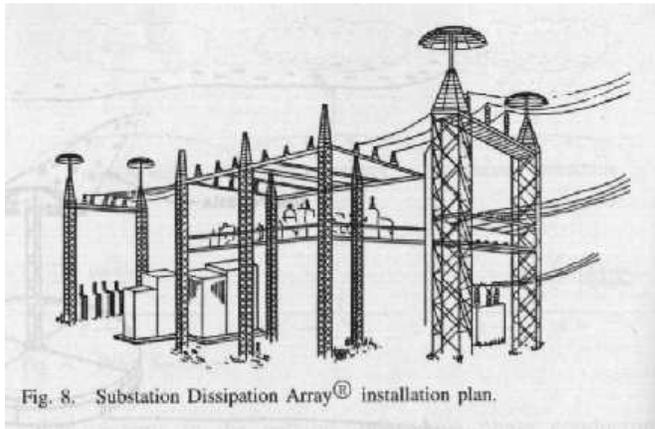
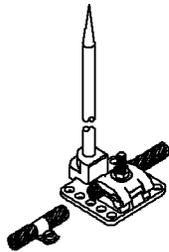


Fig. 8. Substation Dissipation Array® installation plan.

ZONA DE PROTECCIÓN (Método de puntas de inicio)



Las puntas iniciadoras, se dice, son las que inician la descarga hacia arriba unos cuantos microsegundos (ΔT) antes de la descarga principal. El efecto se traduce en una zona de protección de forma parabólica alrededor de la punta, de radio (R_p) en un plano horizontal.



De acuerdo con la peligrosidad de una descarga sobre la estructura a proteger, el estándar prevé tres tipos de protección.

D = 20 m para un nivel de protección I.

D = 40 m para un nivel de protección II

D = 60 m para un nivel de protección III

Donde D es el radio de la esfera rodante del modelo electrogeométrico, y h es la altura de la punta de emisión temprana relativa al plano horizontal que pasa por el elemento a proteger.

4.6 PROTECCIÓN DE LÍNEAS AÉREAS DE ENERGÍA ELÉCTRICA

La probabilidad de que un rayo caiga en una torre de transmisión, ha sido ampliamente estudiada y, se han obtenido las siguientes ecuaciones empíricas de los resultados encontrados.

Las líneas aéreas reciben descargas por 100 km de línea, según la relación empírica encontrada por

$$N := 0.10 N_g (b + 28 \cdot H^{0.6})$$

Donde:

H es la altura de la línea

b el ancho de la línea

N_g es la densidad de rayos



PROTECCIÓN DE UN SITE CONTRA VARIACIONES EN EL SUMINISTRO DE ENERGIA

CAPITULO 4 PARARRAYOS



De lo anterior se desprende que una línea alta recibe mayor número de descargas que una baja.

También, se ha encontrado que las corrientes de descargas son mayores (>80 kA) en los lugares de índice isoqueráunico alto

Los distintos componentes de una línea están definidos por sus características de voltaje-tiempo o nivel básico de impulso (*BIL*: iniciales en inglés). Si la descarga probable tiene un voltaje que excede éstas, un flameo (*flashover*) aparecerá.

El método de diseño tradicional de líneas de transmisión consideraba un flameo (*flashover*) por año, para lo cual se tomaba en cuenta el nivel isoqueráunico de la zona multiplicado por alguna constante (0,25 a 0,5) y, por otro lado, se tomaban en cuenta los parámetros probables de una descarga de fuentes.

La protección contra descargas atmosféricas de líneas aéreas de energía eléctrica se logra colocando un hilo puesto a tierra sobre ellas, llamado hilo de guarda y, mediante apartarrayos. El ángulo de protección obtenido al colocar un hilo de guarda es de 30 grados siempre y cuando el hilo se conecte a una tierra de baja resistencia (25 ohms o menos). Hay que notar que esta protección no protege a los equipos.

Por último, hay que considerar que cuando existen gasoductos u oleoductos subterráneos en paralelo con líneas de transmisión, el uso de hilos de guarda reducen en gran medida los voltajes inducidos en los tubos.

Para líneas de distribución, el uso únicamente del hilo de guarda es económicamente aceptable en donde el terreno por donde pasa la línea tiene una baja resistividad. En cambio, se utilizan los apartarrayos sin hilo de guarda en terrenos donde se tiene resistencia a tierra de electrodos de más de 25 ohms.



4.7 PROTECCIÓN DE SUBESTACIONES ELÉCTRICAS

Las subestaciones de potencia son protegidas por puntas pararrayos colocadas sobre las estructuras, y por los hilos de guarda de las líneas que rematan en la subestación. Los hilos de guarda están conectados directamente a la malla de tierra de la subestación.

En el caso de las estructuras metálicas tipo rejilla la mismas estructuras forman una jaula de Faraday de protección.



Para el cálculo de las zonas de protección se emplea el método de la Esfera Rodante.

Las subestaciones de distribución no son protegidas contra una descarga atmosférica directa, porque se ha comprobado que los rayos caen mayormente sobre las líneas.



4.8 PROTECCIÓN DE EQUIPOS ELÉCTRICOS EN BAJA TENSIÓN.

Supresores de sobrevoltajes o de picos (TVSS)

Los supresores se seleccionan de acuerdo a su clase de protección. Así, en un servicio con una capacidad de corto circuito muy alta, el supresor debe tener una capacidad para conducir grandes corrientes a tierra.



En cambio, los supresores que se utilizan junto a las cargas sensibles a los sobrevoltajes, son de pequeña capacidad.



Y, dichos supresores deben ofrecer una protección coordinada para ser efectiva.
CFE.



4.8.1 Conductor A Aterrizarse.

En los siguientes sistemas en c.a. se conectará a tierra:

- a. Una fase, dos hilos: El conductor de tierra.
- b. Una fase, tres hilos: El neutro.
- c. Sistemas polifásicos que tienen un hilo común a todas las fases: El conductor común.
- d. Sistemas polifásicos que tiene una fase aterrizada: Este conductor.
- e. Sistemas polifásicos en general: Solo puede estar aterrizado el conductor común o cuando no lo hay, una fase.

El forro del conductor puesto a tierra (aterrizado) debe ser de color blanco o de color gris claro.



CAPITULO 5 PUESTA A TIERRA.

5.1 TIPOS DE SISTEMAS DE PUESTAS A TIERRA

Los sistemas de puestas a tierra son un conjunto de elementos que conforman un sistema de protecciones a elementos que presenten riesgo alguno para la integridad del ser humano, en las instalaciones y equipos conectados al sistema de puesta a tierra, contra sobrecargas, sobre tensiones, fugas de corriente, y descargas atmosféricas dirigiéndolas directamente hacia la tierra.

Los principales tipos de Sistemas de Puestas a Tierra son:

- Sistema de varilla "Cooper Well"
- Sistema de plancha
- Sistema de red o malla
- Sistema de disco
- Sistema de esfera

Las propiedades y características de los anteriores tipos de sistemas de puestas a tierra son:

5.1.1 Sistema de varilla "cooper well"

Este sistema de puesta a tierra consiste en una varilla de cobre o de hierro colado ubicada en el suelo, cerca al medidor, con una longitud mínima de 2,40 mts. y un espesor de 5/8".



De su extremo superior se deriva, por medio de un empalme, un hilo conductor en cobre, que ingresa a la instalación eléctrica haciendo contacto con todas las partes metálicas que la conforman. El empalme entre el hilo y la varilla puede ser elaborado mediante una abrazadera de cobre o utilizando soldadura exotérmica.

Se requiere de que la varilla se encuentre enterrada en un suelo apto con baja resistencia eléctrica, y que además, sea capaz de ofrecer una diferencia de potencial entre la tierra y el neutro de 0 V. El punto de empalme debe quedar dentro de una caja de inspección en concreto con dimensiones de 30 cm³. Cuando el terreno no brinda las condiciones necesarias para el sistema, la tierra debe ser preparada, garantizando una adecuada descarga; se recomienda mezclar tierra negra con carbón mineral y sal para mejorar la conductividad y mantener la humedad del terreno.

5.1.2 Sistema De Plancha

Este tipo de sistema de puesta a tierra puede reemplazar al de la varilla de Cooper well a nivel residencial. Se trata de una plancha en cobre enterrada en el suelo cerca a la instalación dentro de un terreno preparado previamente. El hilo conductor que se distribuye se deriva de la plancha por medio de un empalme elaborado con soldadura de plata o de cobre aplicada con soplete. Su profundidad mínima ha de ser de 40 cm. Es usada en terrenos donde no puede ser posible la conexión de la varilla Cooper well por causa de la profundidad.

5.1.3 Sistema De Red O Malla

Se trata de un sistema de varilla Cooper well reforzada que se emplea para



sistemas eléctricos de carga elevada en instalaciones tipo comercial e industrial. Consiste en la interconexión de 3 o más varillas dependiendo de la carga, ubicándolas en diferentes puntos de un terreno y derivando de allí el hilo conductor que se distribuye por la instalación eléctrica. La instalación mínima entre varillas debe ser del doble de la longitud de cada una de ellas. Los empalmes deben ser elaborados con soldadura exotérmica. Deben empezar a ser utilizados con cargas iguales y superiores a 7,5 kW. En cada punto de ubicación de cada varilla es indispensable preparar el terreno.

5.1.4 Sistema De Disco

El sistema de puesta a tierra en forma de disco es utilizado a nivel industrial con el fin de aterrizar las cargas eléctricas que se encuentran en reposo en la superficie de las máquinas y/o equipos (electrostática).

Se trata de un disco hecho en acero colled-roid que actúa de forma individual para las carcasas de los equipos; se ubica en el suelo a poca profundidad (entre 10 y 30 cm), derivando se de él un hilo conductor en cobre que hace contacto con la estructura metálica de la maquinaria. La electrostática se produce en máquinas que funcionen o presenten fricción.

5.1.5 Sistema De Esfera

Este tipo de sistema de puesta a tierra es utilizado para aterrizar cargas de alto nivel eléctrico, en redes de alta tensión. Se trata de una esfera en acero con un diámetro mínimo de 20 cm. que se ubica en el suelo a una profundidad muy grande (de entre 10 y 20 mts de la superficie). De su cuerpo se desprende un hilo



conductor a través de un ducto, dirigiéndose a la superficie, evitando el contacto con la tierra, con el fin de evitar que se presente tensiones de paso.

5.2 MEDICIÓN DE LA RESISTENCIA ELÉCTRICA DE UN SISTEMA DE PUESTA A TIERRA

Para realizar una efectiva y correcta medición de la resistividad eléctrica de un sistema de puesta a tierra, se deben realizar 2 pasos:

- Medición de la resistencia de los conductores del sistema de puesta a tierra (varillas y placas)
- Medición de la resistencia eléctrica del suelo

El proceso es:

- Medición de la resistencia de los conductores del sistema de puesta a tierra (varillas y placas):

La prueba en las varillas o placas del conductor se realiza energizando con corriente alterna el circuito comprendido entre la varilla de puesta a tierra y una varilla o jabalina auxiliar, se procede a medir la corriente y la caída de tensión entre la varilla de puesta a tierra y una sonda ubicada en la mitad entre la jabalina y la varilla, y de esta manera se define la resistencia media del sistema de puesta a tierra. (Se utiliza AC para evitar efectos de electrólisis entre los electrodos y el suelo que afecten a la medición al crearse diferencias de potencial, cómo en las pilas eléctricas), la frecuencia de la fuente es diferente a la de una red doméstica o



industrial (50/60 Hz) además, se disponen también de filtros de banda angosta que solo permiten el paso de la corriente de medida, y evitar así su influencia.

-Medición de la resistencia eléctrica del suelo

Para este caso, el valor de la resistividad del suelo se realiza midiendo el valor de corriente producido después de aplicar un voltaje de corriente directa además, de medir la caída de tensión en dos sondas más que deben ubicarse cerca de la primera, equitativamente, una a cada lado de la primera, y, con el valor medido de resistencia, se calcula la resistividad eléctrica del suelo, a una profundidad que depende de la separación a entre los electrodos.

Para realizar las anteriores mediciones, se requiere de un Megger o probador de tierra, el cual posee 4 salidas, de las cuales, 2 son utilizadas para la alimentación de corriente y las otras 2 salidas son utilizadas para medir la caída de tensión en el suelo.

5.3 PUESTA A TIERRA DE EQUIPOS ELECTRÓNICOS Y DE COMUNICACIONES

Los equipos electrónicos son muy sensibles a fallas presentes en las líneas de transmisión siendo las más comunes:

5.4 TRANSITORIOS E INTERFERENCIAS

Los equipos electrónicos no trabajan satisfactoriamente cuando se presentan transitorios o interferencias.



5.4.1 Transitorios.

La causa mayor de fallas de los componentes electrónicos de los puertos de interconexión de datos, y los de control en bajo voltaje, es el sobre-esfuerzo eléctrico que usualmente se origina en los transitorios causados por: (1) las descargas atmosféricas; (2) por las maniobras de interrupción de cargas inductivas, o; (3) por descargas electrostáticas. Este sobre-esfuerzo es causado por voltajes de una magnitud de decenas de volts a varios miles de volts y, con duración de unas decenas de nanosegundos a unas centenas de microsegundos. Los que se conocen normalmente como "picos" de voltaje".

Ningún cable enterrado, ni siquiera de potencia, es inmune a los transitorios provocados por los rayos.

Los transitorios se eliminan mediante componentes conectados a la tierra del sistema.

Las corrientes provocadas por las descargas atmosféricas prefieren viajar por conductores metálicos más que por la simple tierra, porque representan un camino de menor impedancia. Esto destruye el aislamiento. Además, los rayos también causan una diferencia de potencial entre el blindaje y los conductores internos que puede destruir componentes electrónicos en la interconexión, ya que los cables y sus circuitos de conexión deben soportar los voltajes máximos que se puedan obtener entre los extremos de los cables. Cuando es muy grave el problema debido a estar interconectando los cables dos sistemas de tierra diferentes, como en el caso de un sistema de control distribuido, los conductores se prefieren del tipo de fibra óptica. Otra solución utilizada es el interconectar los distintos sistemas de tierra de una industria o edificio mediante conexiones a una



red de tierra perimetral adicional, para lograr el mismo potencial a tierra en cualquier lado.

5.4.2 Interferencia causada por armónicas.

Las armónicas se generan en fuentes de poder de tipo conmutada de computadoras, y en los variadores de frecuencia entre otros lugares. Su efecto en los equipos electrónicos se mitiga incrementando calibres de conductores, cambiando el diseño y configuración del transformador de alimentación y, usando filtros activos. Los filtros pasivos compuestos de capacitores e inductores no son generalmente efectivos (excepto como protección de bancos de capacitores) porque la frecuencia de corte del filtro tiene que ser muy cercana a la fundamental, lo que es prácticamente imposible de diseñar en un filtro de este tipo

5.4.3 Interferencia en radiofrecuencia.

La interferencia por radiofrecuencia, RFI por sus siglas en inglés, es causada principalmente por transmisiones radiales. Sin embargo, este tipo de interferencia también es producida por los componentes electrónicos trabajando a altas frecuencias. En los equipos electrónicos su efecto se minimiza con un buen blindaje en cables y en los mismos equipos. Aunque, la mejor manera de acabar con la RFI es blindar el ruido directamente en su fuente. Los blindajes mencionados para ser efectivos se deben conectar a la tierra del sistema.



5.4.4 Interferencia electromagnética.

Este tipo de interferencia, conocido por sus siglas en inglés EMI, es ruido eléctrico que se convierte en un voltaje en un sistema eléctrico. Sus fuentes son las mismas que generan la interferencia en radiofrecuencia.

Este tipo de interferencia en los equipos electrónicos se corrige conectando todo a una única puesta a tierra del sistema.

En resumen, los efectos en los equipos electrónicos de los transitorios y de gran parte de los tipos de interferencias se eliminan mediante la conexión adecuada de los componentes a una referencia de tierra.

5.5 CABLES, PANTALLAS Y CANALIZACIONES

Los blindajes de cables usualmente son de metal sólido o una película plástica metalizada con un alambre guía. Para que sea efectiva la protección de los cables internos contra los tipos de interferencias mencionados arriba, el blindaje debe cubrir los conductores, ser continuo entre los extremos y debe estar bien aterrizado.

Todos los cables blindados provocan un problema contradictorio. Para mejorar su desempeño para bloquear la interferencia en altas frecuencias, ambos extremos del blindaje deberían estar bien aterrizados. Sin embargo, a menos que ambos extremos estén al mismo potencial, fluirá una pequeña corriente a través del blindaje entre esos puntos. De ahí que, en la práctica, las pantallas en sistemas electrónicos son conectadas únicamente en el extremo más cercano al equipo de



control, y se dejan completas y aisladas en el otro extremo, normalmente el lado del sensor.

Similarmente una canalización metálica con cables que conduzcan señales lógicas o de control se puede aislar en un extremo para evitar el fenómeno de corrientes de tierra circulando por ella. Para ello, se emplea un cople de PVC y, obviamente, el otro extremo continúa puesto a tierra de acuerdo con los requisitos de la NOM-001-SEDE-2005 {250-}.

Para eliminar la mayoría de los problemas por ruido eléctrico inducido en los cables de señal y de control, se recomienda colocarlos a más de 1,5 m de los cables de alta tensión o de gran potencia. Y cuando es necesario cruzarlos, se recomienda que el cruce sea a 90 grados para eliminar cualquier inducción.

En el caso de las canalizaciones plásticas segmentadas - canaletas tipo *Panduit* - que son para llevar fuerza y señal a computadoras, es necesario conocer las condiciones bajo las cuales la canalización está aprobada, ya que no todas las que existen en el mercado evitan que el ruido eléctrico de los cables de fuerza cause una reducción en la velocidad de transmisión de datos.

5.6 PROTECTORES DE CABLES DE INSTRUMENTACIÓN Y DE COMUNICACIONES.

Para controlar las descargas y los fenómenos transitorios, se añaden dispositivos de protección a los cables que conectan entre sí los equipos de computación, instrumentación y de comunicaciones.

Estos dispositivos desvían la corriente, bloquean la energía que viaja por los conductores, filtran ciertas frecuencias, regulan voltajes o, realizan una combinación de todas estas tareas.



Los protectores funcionan mejor, siempre y cuando se coloquen muy cercanamente al sistema a proteger, ya así que tanto los protectores como el equipo protegido permanecen al mismo potencial bajo condiciones de transitorios.

Como familias de protectores tenemos:

- a) Válvulas de gas;
- b) Filtros; y
- c) Semiconductores.

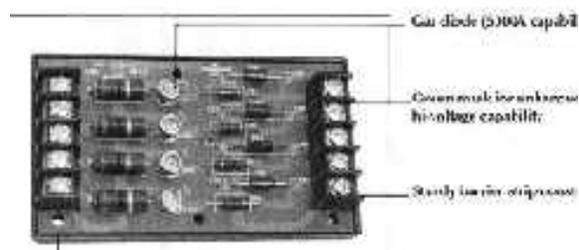
5.7 VÁLVULAS DE GAS.

Estos dispositivos se construyen de tal manera que la trayectoria de la descarga sea de baja impedancia una vez que se sobrepase el nivel máximo de voltaje.

Como ejemplo tenemos las válvulas de gas, como son las lámparas de neón.

Esta es la clase de protección más lenta pero la que puede manejar más energía al menor costo.

Los protectores telefónicos son de esta clase.





5.8 FILTROS

Los filtros comunes contienen elementos pasivos, capacitores e inductores, en configuración pasa-baja.

Muchos equipos de comunicaciones (faxes, modems, etc.) tienen este tipo de protección en la conexión de potencia, en forma de una ferrita. Y, con ella protegen el aparato de ruido eléctrico de alta frecuencia.

5.9 SEMICONDUCTORES

Los dispositivos semiconductores son los arreglos más sofisticados. Son más rápidos y baratos pero generalmente manejan menos energía que otras alternativas de igual precio. Y debido a su rango limitado de operación y características, estos dispositivos deben especificarse más precisamente. (Existen dispositivos electrónicos para proteger por corriente o por voltaje)

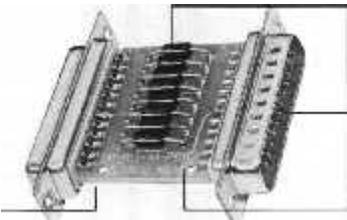
Las resistencias no lineales compuestas de óxidos de zinc en una matriz de óxido de bismuto, llamados varistores, funcionan por voltaje y se manufacturan para manejar un máximo de energía en joules o en watt-segundos. El dispositivo se selecciona para operar a un voltaje ligeramente mayor que el máximo esperado de la fuente de voltaje. Cada varistor de óxido metálico tiene una capacitancia inherente, lo cual crea algunos problemas en señales de altas frecuencias (>135 MHz). Además, un varistor se degrada con el tiempo en operación.

La protección con varistores es la más empleada actualmente, tanto en las conexiones de fuerza como en las de los puertos de comunicaciones. Su desventaja es que cuando se dañan por una descarga, los equipos quedan desprotegidos porque fallan siempre abriendo el circuito de descarga.



Los diodos de tipo zener o, avalancha son dispositivos más rápidos que los varistores pero no pueden manejar tanta energía como los últimos. Y, ya que no pueden disipar energía, se les usa en ocasiones junto con válvulas con gas, donde el diodo dispara primero y la gran energía se disipa en la válvula de gas.

El circuito de un zener consiste de una resistencia o inductancia en serie y el zener conectado en derivación con la carga. Si el rango del zener no es excedido, este dispositivo no se degrada con el tiempo. Sin embargo, debido a su limitada capacidad de corriente, un zener sin otro medio de protección se daña irremediablemente.



La efectividad de estos dispositivos depende de la longitud de la conexión a tierra (al chasis). La más corta es la mejor. Además, se debe tener precaución en no unir los cables de entrada junto a los de salida del protector, por existir la posibilidad de un acoplamiento inductivo entre ellos.

5.10 MODOS DE PROTECCIÓN.

El modo de protección depende de la conexión al circuito a proteger. Unidades de protección de "modo diferencial" se conectan entre líneas y, los de "modo común", entre los hilos de señal y tierra.

Como mínimo, un protector en "modo común" se debe colocar en cada extremo del conductor.



PROTECCIÓN DE UN SITE CONTRA VARIACIONES EN EL SUMINISTRO DE ENERGIA

CAPITULO 5 PUESTA A TIERRA



Para cancelar el ruido inducido en "modo diferencial" en líneas de instrumentación como en redes de comunicaciones se usan pares trenzados. Así, el ruido se induce igualmente en ambos conductores cancelando el efecto.

Como los transitorios también son una forma de ruido, también se inducen en los conductores. Cables multiconductores acoplan la energía del transitorio a todos los pares de conductores del cable. Y como la energía inducida es la misma, siendo un par o muchos, se disipa más energía en un arreglo multiconductor.

Cuando existen más de 6 pares, se emplean protectores conectados en derivación y, cuando son menos, en serie, por ser mayor la energía presente por par. Los protectores en serie consisten de filtros como también de supresores en derivación.

Todos los pares que no se usen de un cable multiconductor deben ser conectados a tierra y así, la energía inducida en ellos, pasará directamente a tierra.

Ejemplo de aplicación de protectores: plc.

Para proteger Controladores Lógicos Programables (PLCs por sus siglas en inglés), la protección estándar dada por varistores en derivación es suficiente. Siempre y cuando no existan cables con señales que provengan de lugares fuera del sistema de tierras al que está conectado el PLC.

Cuando se tienen señales provenientes de fuera del sistema de puesta a tierra del PLC, se emplean protectores con aislamiento galvánico. Dichos protectores aíslan eléctricamente la señal que no tiene la misma referencia de tierra.



Debido a los requisitos de la puesta a tierra de los equipos eléctricos y debido a la presencia de tuberías metálicas en una planta industrial, es imposible aislar galvánicamente todas las trayectorias de tierra, y esto puede crear lazos de corriente en equipos electrónicos con resultados nefastos. Si éste es el caso, es probable que uniendo las redes de tierras por medio de una red perimetral, y empleando protectores sin separación galvánica, y dejando la pantalla sin conectar en un extremo, se resuelva el problema. La otra solución, es por el momento, la que sugieren los fabricantes de equipos de controles distribuidos y comunicaciones: emplear cables de fibra óptica del tipo sin pantalla metálica.

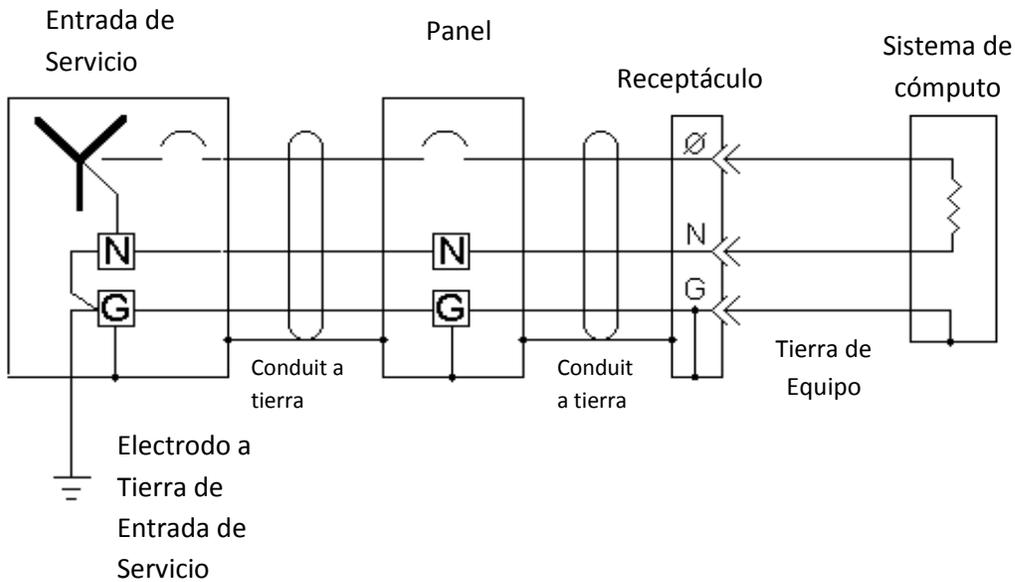
5.11 TIPOS DE PUESTA A TIERRA DE EQUIPOS ELECTRÓNICOS.

Existen cuatro esquemas de aterrizado de equipos electrónicos. Estos son:

1. El convencional.
2. El esquema de tierra aislada.
3. Esquema de tierra aislada total.
4. Esquema de malla de referencia.

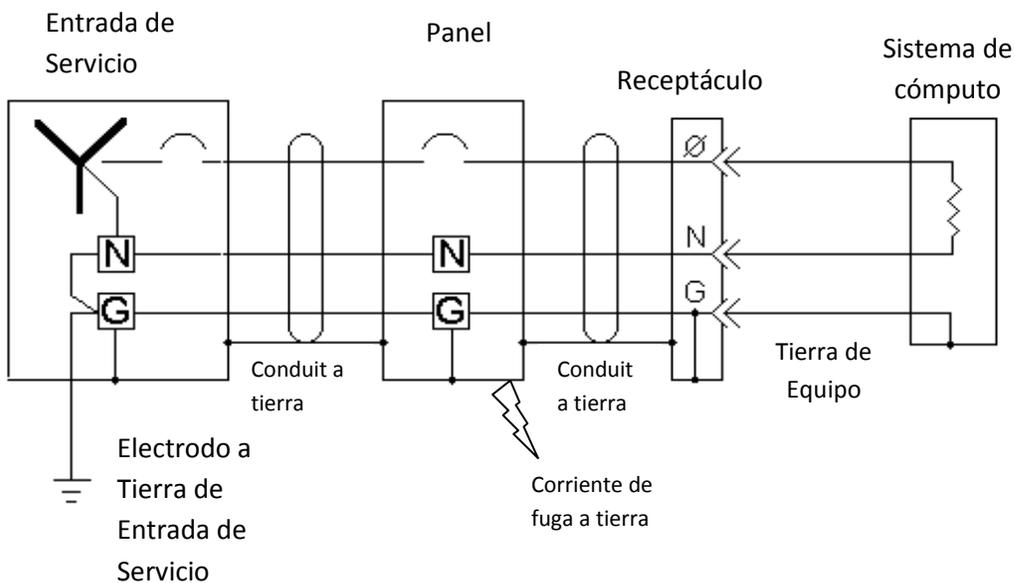
5.11.1 Esquema convencional.

El esquema convencional utiliza únicamente las recomendaciones de puesta a tierra de la NOM {250-} pero no incluye el uso de los contactos de tierra aislada de la sección {250-74 Excepción 4.



Este esquema encuentra su uso en las instalaciones de PCs donde únicamente existe alumbrado y algún otro equipo eléctrico, tal como en los pequeños comercios o en las viviendas. Pero, no es recomendado para las instalaciones comerciales, educativas o industriales, porque:

1. Puede resultar excesivamente ruidoso el sistema de tierras.





2. Los transitorios pueden sobrepasar el nivel de aislamiento.
3. No es compatible con las recomendaciones de puesta a tierra de la mayoría de los fabricantes de equipos electrónicos.
4. El alambrado puede resultar obsoleto cuando se cambien las tarjetas y equipos por otros de una tecnología de mayor velocidad.

5.11.2 Esquema De Tierra Aislada.

Este esquema es el más socorrido en la industria, y por la mayoría de los proveedores de equipos electrónicos, porque reduce el ruido de modo común, y está descrito en la NOM {250-74 Excepción 4}. En él, la puesta a tierra del equipo es separada de la puesta a tierra de las canalizaciones, así cualquier corriente no deseada no afecta a los equipos así conectados.

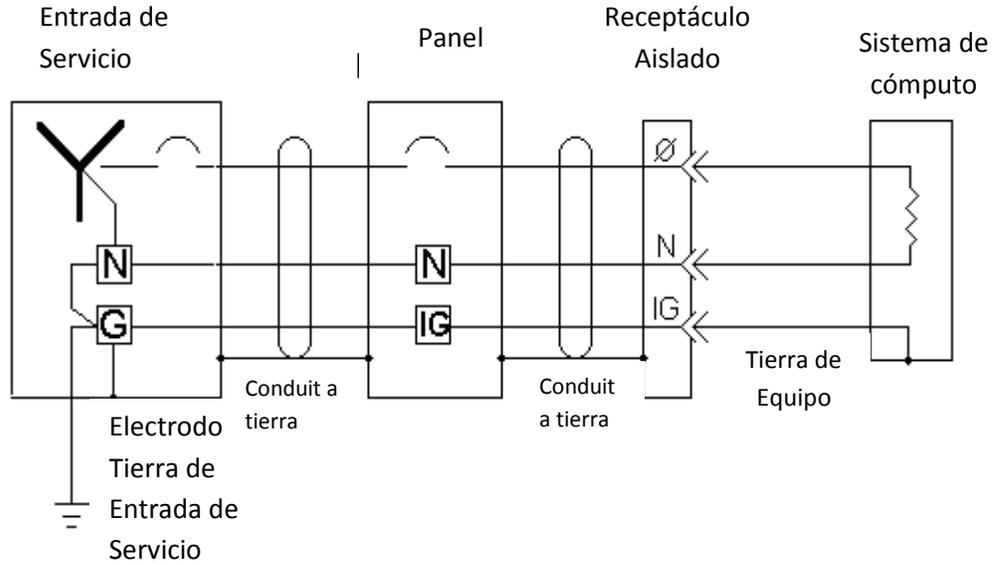
El ruido de modo común es toda señal no deseada que aparece en todos los conductores de señal al mismo tiempo con respecto a la tierra.



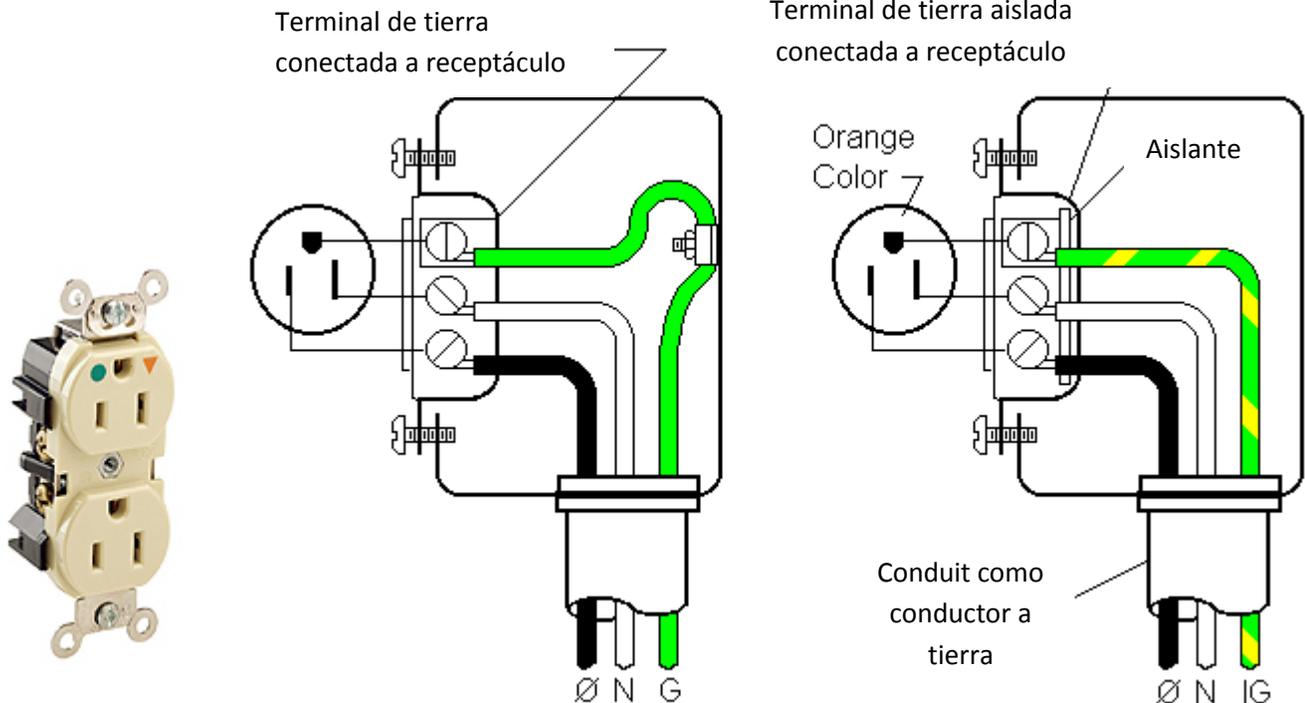
PROTECCIÓN DE UN SITE CONTRA VARIACIONES EN EL SUMINISTRO DE ENERGIA



CAPITULO 5 PUESTA A TIERRA



El tipo de receptáculo (contacto) para este esquema es diferente, y, tiene un triángulo de color naranja pintado en la placa para diferenciarlo de los receptáculos normales.



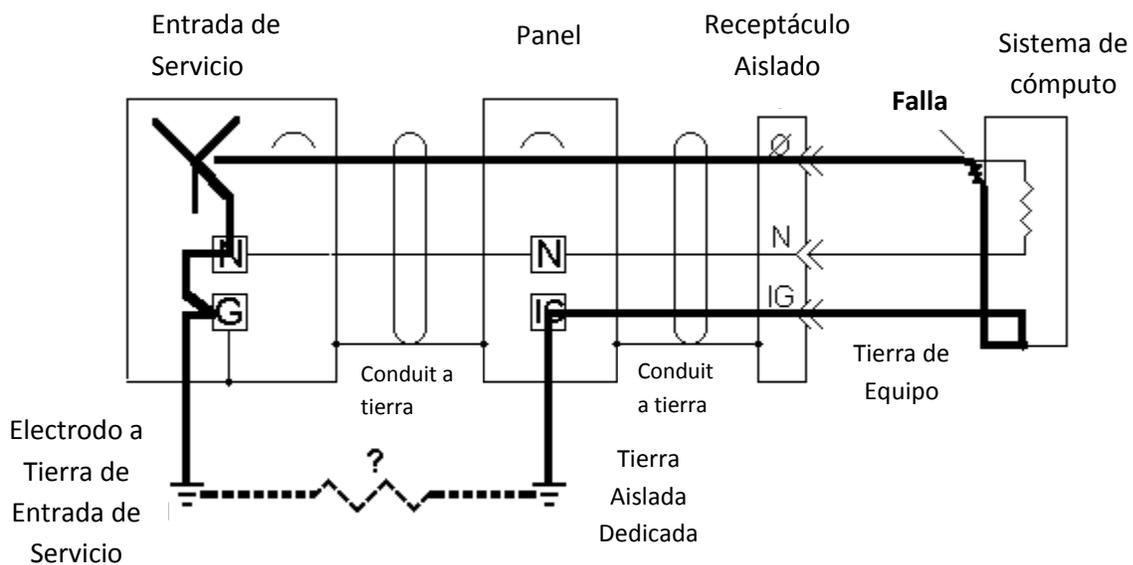
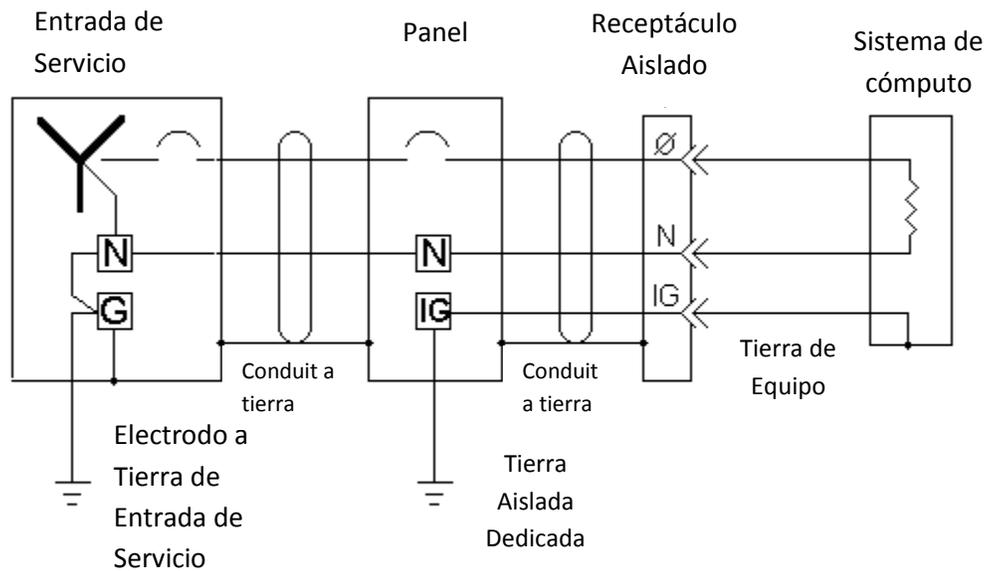


PROTECCIÓN DE UN SITE CONTRA VARIACIONES EN EL SUMINISTRO DE ENERGIA



CAPITULO 5 PUESTA A TIERRA

La frase "tierra aislada" ha sido interpretada equivocadamente como de una tierra separada, provocando en caso de falla precisamente un voltaje a tierra inseguro para las personas y para los equipos.



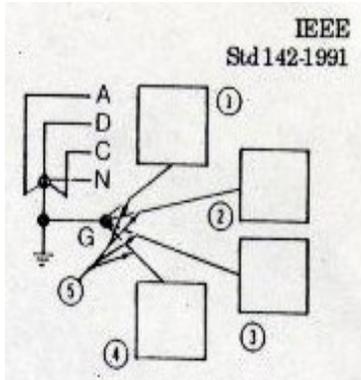


En esta configuración se tiene una conexión a tierra relativamente libre de ruido e interferencia para la referencia lógica de los aparatos y, es complementada con la tierra de seguridad convencional del sistema de tierras de potencia. Pero, tiene las siguientes limitaciones:

- a) En altas frecuencias, la impedancia del conductor de tierra puede ser demasiado alta para servir de buena conexión.
- b) El acoplamiento no intencional de los dos sistemas de tierras (aislado y de puesta a tierra de las canalizaciones) dentro de los aparatos o en sus conexiones a cables blindados, puede causar lazos de corriente, resultando en ruidos electrónicos que inutilizan el sistema aislado. Un ejemplo de ese caso, es cuando la impresora está conectada al sistema de tierra normal, y la computadora al sistema de tierra aislado.

5.11.3 Esquema De Tierra Aislada Total

Este esquema consiste en conectar todas las computadoras, los aparatos e instrumentos a tierra usando una configuración de estrella a partir de un solo punto físico, el cual es un cabezal o placa de conexión -Existen fabricantes de ellas-, el o la cual a su vez está conectada mediante un conductor apropiado a la red general de tierras, de acuerdo con la norma NOM-001-SEDE-2005.



Esta configuración es utilizada en los transmisores de comunicaciones (radiodifusión, sitios celulares, etc.), donde es posible tener un mismo punto de puesta a tierra para todos los equipos y para todas las pantallas de los cables.

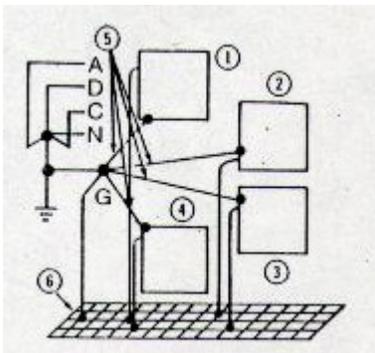
Sin embargo, también tiene sus limitaciones:

- a) Esta configuración puede ser difícil de crear en un ambiente industrial.
- b) Todos los equipos cercanos deben conectarse de esta manera a tierra o, se pueden tener lazos de corrientes.
- c) Puede tener una impedancia en alta frecuencia muy alta, que en términos prácticos, la puesta a tierra sea ineficaz. Este problema es posible que no se tenga en la mayoría de equipos industriales, porque no emplean muy altas frecuencias



5.11.4 Esquema de malla de referencia.

La figura muestra esta configuración para una sala o centro de cómputo, con piso falso de tipo celular. Observar que adicionalmente a la estrella mencionada en el punto anterior, los equipos y partes metálicas estructurales se conectan a este tipo de piso mediante trencillas, y que al ofrecer un plano de referencia de tierra, baja la impedancia a tierra en todas las frecuencias.



En el mercado se conoce dicha malla como *Signal Reference Grid (SRG)*.

Sus limitantes son:

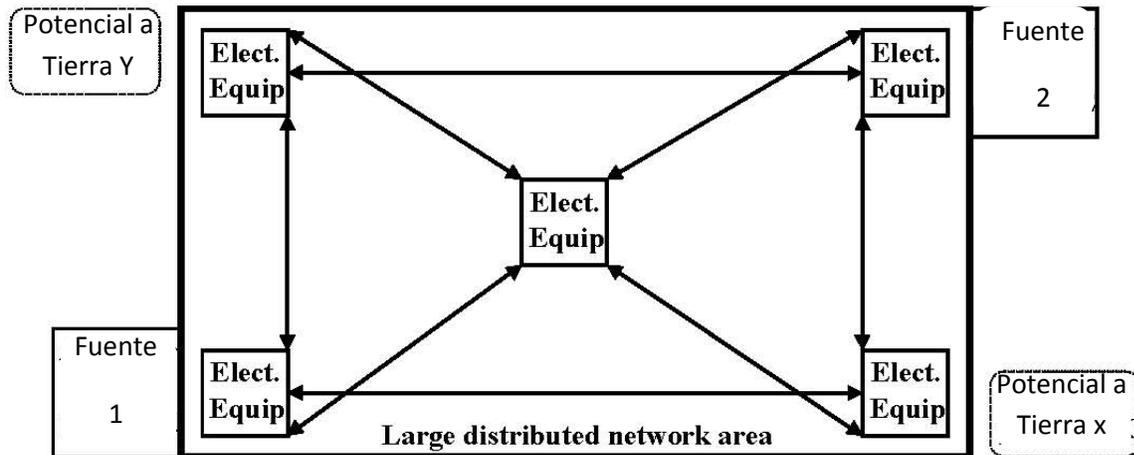
- a) Muchos fabricantes de equipos electrónicos industriales no están de acuerdo con su empleo.
- b) En ambientes industriales, es difícil su implementación.



Diagramas de conexiones de sistemas de telecomunicaciones.

Desde tiempo de las *Bell System Practices (BSP)* en telecomunicaciones siempre se ha recomendado un sistema de puesta a tierra distinto aunque unido al sistema de puesta a tierra de fuerza. Esas prácticas recomendadas evolucionaron a los *Bellcore Generic Requirements (GR)* y a los estándares americanos ANSI de serie T1.

Posteriormente la *Telecommunications Industry Association (TIA)* presentó su documento TIA/EIA 607-1994, "*Commercial Building Grounding and Bonding Requirements for Telecommunications.*" que se convirtió en 2002 en el estándar americano ANSI J-STD-607-A, "*Commercial Building Grounding (Earthing) and Bonding Requirements for Telecommunications*



Se observa que este sistema de puesta a tierra es suplementario de acuerdo con la NOM-001-SEDE-2005, y que como ventaja tiene conexiones redundantes y más

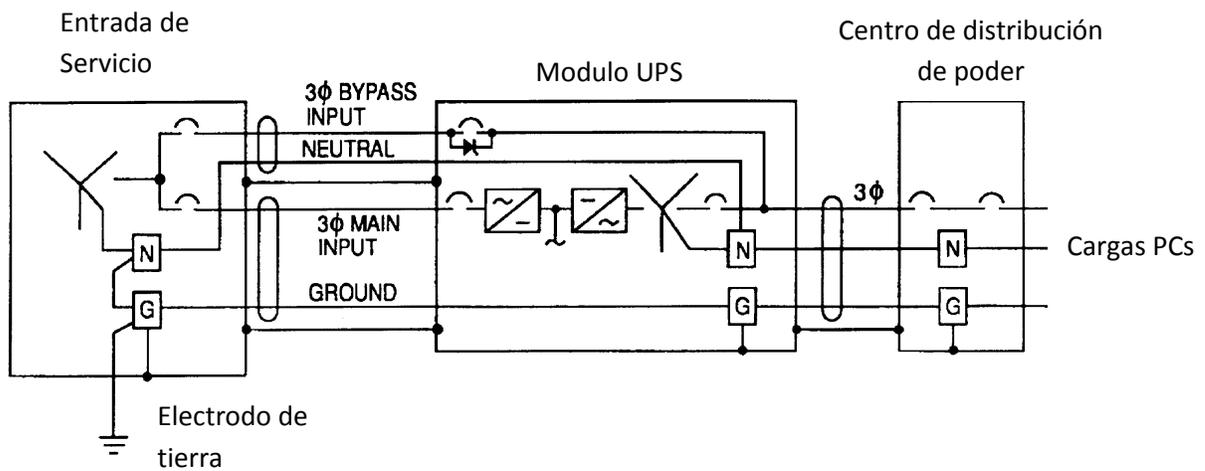


cortas que el sistema de puesta a tierra de fuerza, lo que ayuda a evitar daños por diferencias de potencial por el conductor de puesta a tierra en caso de descargas atmosféricas y de cortocircuitos importantes en las líneas de alimentación eléctrica.

Diagramas De Conexión Eléctrica A Sistemas De Computadoras

El estándar nacional americano (ANSI) de puesta a tierra de equipos electrónicos es actualmente el IEEE Std. 1100 - IEEE Recommended Practice for Powering and Grounding Sensitive Electronic Equipment de donde tomamos algunas de las figuras siguientes que muestran casos resueltos de conexión a tierra de sistemas de computadoras, utilizando las normas vigentes

CON TRANSFORMADOR DE AISLAMIENTO Y RECEPTÁCULOS DEL TIPO TIERRA AISLADA (IG).

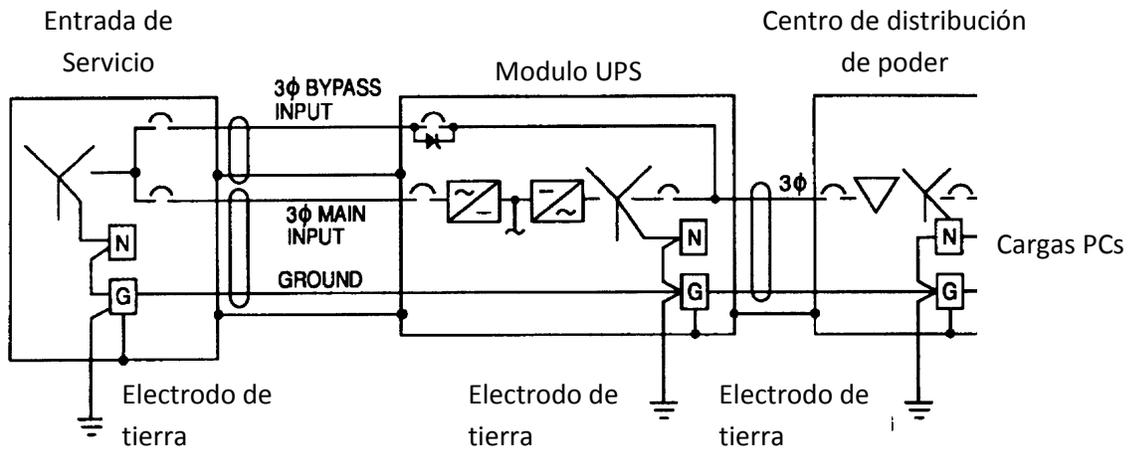


La mejor solución para la puesta a tierra de un centro de cómputo es utilizando transformadores de aislamiento dentro del mismo local. Con ello, los cables de

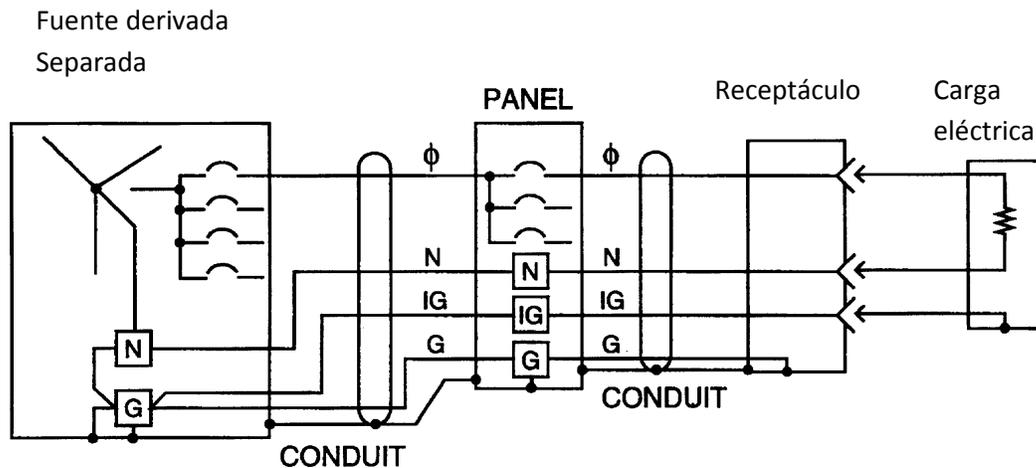


puesta a tierra tendrán una longitud pequeña y el neutro en los receptáculos tendrá una diferencia de potencial muy pequeña a tierra.

Ejemplo. Sin tablero de distribución (centro de cargas).



Con tablero de distribución (centro de cargas).

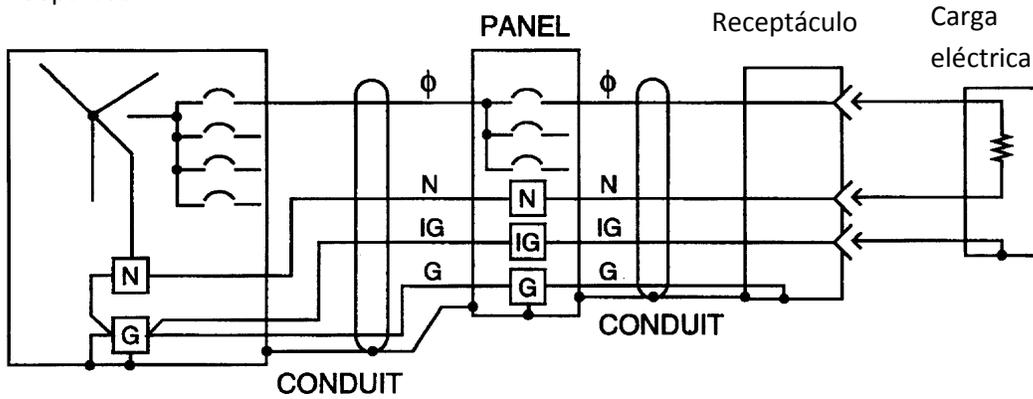


ESQUEMA DEL TIERRA AISLADA TOTAL UTILIZANDO UN TRANSFORMADOR DE AISLAMIENTO



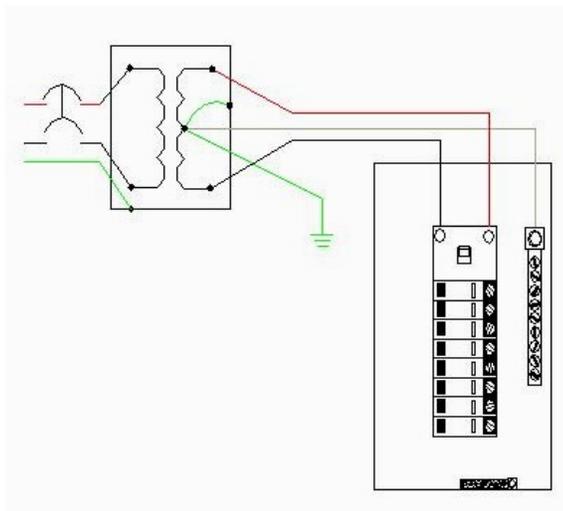
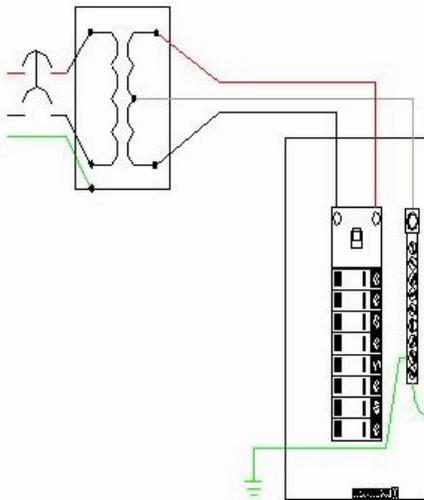
Ejemplo: CON TRANSFORMADOR DE AISLAMIENTO Y EQUIPOS.

Fuente derivada
Separada



El diagrama muestra el caso de equipos de procesamiento de datos

La solución es utilizar un transformador de aislamiento con puesta a tierra local. Lo que la NOM menciona como sistema derivado.





La conexión a tierra de dicho sistema derivado puede hacerse totalmente por separado del sistema de tierra de la acometida, de dos maneras, tal como se muestra en los dos dibujos siguientes.

Ejemplo de cálculo

Los valores de resistencia de tierra exigibles según la norma, son muy elevados en general, y se consiguen fácilmente.

En la práctica las tomas de tierra suelen tener valores muy inferiores a los exigidos.

Se recomienda realizar la puesta a tierra según la tabla siguiente. En dicha tabla se entra con el tipo de terreno y la longitud en planta del anillo, L (en la figura siguiente, $L = 3 \cdot L_1 + 3 \cdot L_2 + 3 \cdot L_3 + 3 \cdot L_4$), y se obtiene el número de varillas de 2 m que deberán clavarse verticalmente en el terreno y unirse al anillo. La tabla no es más que la aplicación de las expresiones de la resistencia de tierra para electrodos formados por conductores enterrados horizontalmente y por varillas verticales. Esta tabla calcula la tierra para que en el caso más desfavorable de cada tipo de terreno (ρ máximo) se obtenga 37Ω en edificios sin pararrayos y 15Ω en edificios con pararrayos.

	10 mA	30 mA	300 mA	500 mA
Local seco	5000 Ω	1666.6 Ω	166.6 Ω	100 Ω
Local conductor	2400 Ω	800 Ω	80 Ω	48 Ω

Tabla: Máximos valores de resistencia admitidos



CAPITULO 5 PUESTA A TIERRA

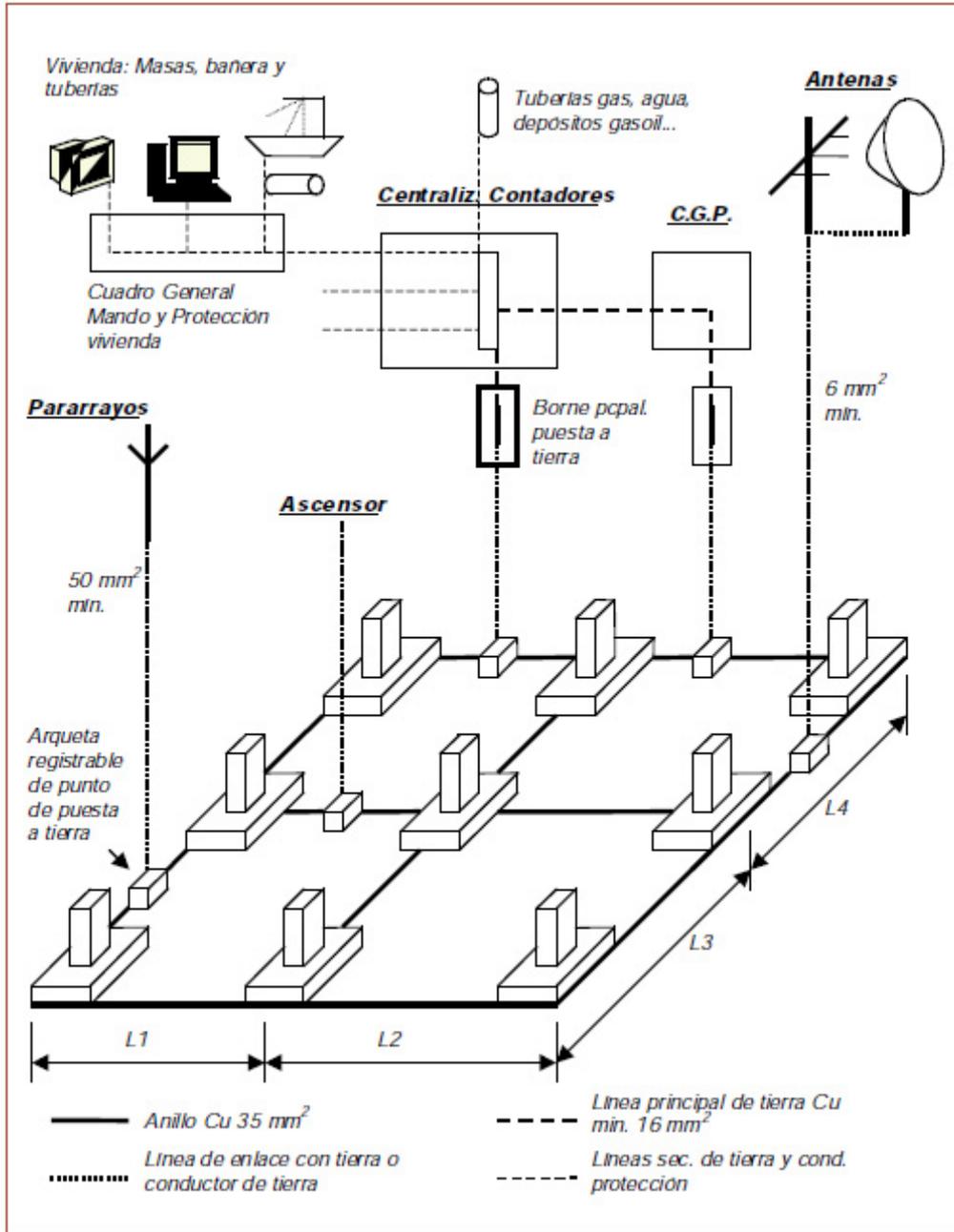


Figura: puesta a tierra de un edificio.



En la tabla siguiente se recogen las expresiones para el cálculo analítico de las puestas de tierra, en función del tipo de electrodo utilizado. Si hay N electrodos iguales en la puesta a tierra, la resistencia total a tierra es la de uno dividido por N.

Electrodo	Resistencia (Ω)
Placa enterrada profunda P: perímetro de la placa (m)	$R = 0.8\rho / P$
Placa superficial P: perímetro de la placa (m)	$R = 1.6\rho / P$
Pica vertical L: longitud de la pica (m)	$R = \rho / L$
Conductor enterrado horizontalmente L: longitud del conductor (m)	$R = 2\rho / L$
Malla de tierra r: radio del círculo con la misma superficie que el área cubierta por la malla (m) L: longitud total de conductor enterrado	$R = \rho / 4r + \rho / L$

Resistencia de tierra para los electrodos más comunes.

Ejemplo 1

Determinar el número de varillas de 2 m necesarias para un edificio con pararrayos (resistencia deseada 15 Ω), en terreno de arena arcillosa ($\rho < 500 \Omega \cdot m$) y con una longitud en planta del anillo enterrado de L = 43 m.

- Cálculo analítico (tabla Anterior):

Resistencia del anillo de 43 m (conductor enterrado horizontalmente):

$$R_{t_anillo} = 2\rho / L = 2,500 / 43 = 23.2 \Omega$$



Como deseamos $R_t = 15 \Omega$, colocaremos varillas verticales de 2 m unidas al anillo. El conjunto de varillas y el anillo están en paralelo respecto de tierra.

$$\frac{1}{R_t} = \frac{1}{R_{t_anillo}} + \frac{1}{R_{t_picas}} \Rightarrow R_{t_picas} = \frac{1}{\frac{1}{R_t} - \frac{1}{R_{t_anillo}}} = \frac{1}{\frac{1}{15} - \frac{1}{23,2}} = 42,4 \Omega$$

El número de varillas necesario, N, se obtendrá de la expresión de la resistencia de N varillas en paralelo:

$$R_{t_picas} = \frac{\rho}{N \cdot L} \Rightarrow N = \frac{\rho}{R_{t_picas} \cdot L} = \frac{500}{42,4 \cdot 2} = 5,9 \Rightarrow 6 \text{ Varillas}$$

Estas varillas se repartirán a lo largo del anillo, y estarán separadas unas de otras al menos 4 m (2 veces su longitud).

Habrà que tener en cuenta que a esta distancia la resistencia del grupo de varillas en paralelo aumenta un 20%, debido a que se influyen entre sí. Para que la resistencia del grupo sea la de cálculo, deberán separarse las varillas al menos 4 veces su longitud (8 m), de esta forma la corriente que disipa cada varilla a tierra no influye en las otras.

- Según la tabla:



PROTECCIÓN DE UN SITE CONTRA VARIACIONES EN EL SUMINISTRO DE ENERGIA

CAPITULO 5 PUESTA A TIERRA



Terrenos orgánicos, arcillas y margas		Arenas arcillosas y graveras, rocas sedimentarias y metamórficas		Calizas agrietadas y rocas eruptivas		Grava y arena silícea		Nº de varillas de 2 m de longitud
sin pararrayos	con pararrayos	sin pararrayos	con pararrayos	sin pararrayos	con pararrayos	sin pararrayos	con pararrayos	
25	34	28	67	54	134	162	400	0
^	30	25	63	50	130	158	396	1
	26	^	59	46	126	154	392	2
	^		55	42	122	150	388	3
			51	38	118	146	384	4
			47	34	114	142	380	5
			43	30	110	138	376	6
			39	^	106	134	372	7
			35		105	130	368	8
			^		98	126	364	9
					94	122	360	10
					74	102	340	15
					^	82	320	20
						^	280	30
							240	40
							200	50
							^	

Tabla 4. Cálculo de la toma de tierra según NTE.

Entrando en la tabla en la columna “Arena arcillosa, con pararrayos”, los 43 m de anillo nos obligan a colocar verticalmente en el terreno unidas al anillo 6 varillas de 2 m. La tierra formada por las picas y el anillo daría una resistencia de 15 Ω para resistividad 500 Ω·m.



PROTECCIÓN DE UN SITE CONTRA VARIACIONES EN
EL SUMINISTRO DE ENERGIA

CAPITULO 5 PUESTA A TIERRA



Ejemplo 2

Idem en el caso de que el edificio del ejemplo

1 no tenga pararrayos.

- Solución: Según la tabla de la NTE, si el edificio no tiene pararrayos, no necesitamos ninguna varilla ($43 > 28$ m). Solo con el anillo ya obtendríamos una resistencia de tierra menor de 37Ω .



CAPÍTULO 6 PROTECCIÓN CONTRA SOBRECORRIENTES Y CORTO CIRCUITO

6.1 SECCIONAMIENTO, COMANDO Y PROTECCIÓN

Los dispositivos de maniobra y protección de una instalación eléctrica tienen las siguientes funciones básicas:

- **Seccionamiento:** aislamiento seguro de una parte de la instalación.
- **Comando:** comando funcional o comando de emergencia.
- **Protección eléctrica:** protección contra corrientes de sobrecarga, corrientes de cortocircuitos y falla de aislamiento.

6.1.1 Seccionamiento

El objetivo del Seccionamiento es aislar eléctricamente el circuito o receptor, o una parte de la instalación, del resto del sistema energizado, de forma que se puedan realizar trabajos en la parte aislada en forma segura.

Un dispositivo de Seccionamiento debe cumplir los siguientes requerimientos:

- Todos los polos del circuito, incluido el neutro debe poder ser abierto.
- Debe estar provisto con un medio de bloqueo una vez abierto (por ejemplo con un candado), de forma de evitar un cierre accidental no autorizado.



- Debe cumplir con normas nacionales o internacionales reconocidas (IEC60947-3), en lo que concierne a distancia entre contactos, capacidad de resistencia a sobretensiones, etc.

- Se debe poder verificar que los contactos del dispositivo de seccionamiento están realmente abiertos. La verificación puede ser:

- Visual: cuando el dispositivo está diseñado para que los contactos puedan ser vistos.
- Mecánica: por medio de un indicador sólidamente soldado con el eje de operación del dispositivo. En este caso la construcción del dispositivo debe ser tal, que en la eventualidad de que los contactos queden soldados juntos en la posición cerrado, el indicador no puede indicar que el dispositivo está abierto.

- Corrientes de fuga: con el dispositivo abierto, las corrientes de fuga entre los contactos abiertos de cada fase no debe ser superior a 0.5 mA para un dispositivo nuevo y 6 mA al final de su vida útil.

- Capacidad de resistir sobretensiones entre contactos abiertos: el dispositivo de seccionamiento, cuando está abierto debe resistir una onda impulsiva de 1.2/50 mseg con un valor de cresta de según la tabla siguiente:

Tensión nominal de la instalación Un (V)	Tensión de cresta que debe resistir (kVcr)
230/400	5
400/690	8
1000	10



6.1.2 Comando

El objetivo de los dispositivos de Comando es permitir al personal de operación modificar en forma segura el flujo de carga de una instalación, en cualquier momento y en cualquier nivel, según los requerimientos de explotación de la instalación.

La función de comando incluye:

- Comando funcional: se refiere a todas las operaciones de maniobra en condiciones normales de servicio para desconectar o conectar la alimentación de una parte de la instalación, o un receptor, etc.

La maniobra puede ser:

Manual: con una palanca de operación.

Eléctrica: por medio de un pulsador local o remoto.

- Comando de emergencia: el comando de emergencia esta previsto para desconectar la alimentación de un circuito que pueda volverse peligroso (riesgo de incendio o de choque eléctrico).

Los dispositivos de comando de emergencia deben ser fácilmente identificables, y deben ser instalados en lugares de rápido acceso y próximos a donde el peligro pueda ocurrir o pueda ser visto. Una simple acción debe resultar en una desconexión segura de todos los circuitos activos.



- Desconexión para mantenimiento: esta operación asegura la parada de una máquina y hace imposible su reconexión inadvertida durante la ejecución de los trabajos de mantenimiento.

En general esto se realiza en el mismo dispositivo de comando funcional, con el uso de un bloqueo con candado y llave y un cartel indicador.

6.1.3 Protección eléctrica

El objetivo de la Protección eléctrica es evitar o limitar las consecuencias destructivas o peligrosas de las sobrecorrientes debido a sobrecargas, cortocircuitos, y fallas de aislamiento, y separar el circuito defectuoso del resto de la instalación.

Se hace una distinción entre la protección de:

- Los elementos que constituyen la instalación eléctrica: cables, canalizaciones, dispositivos etc.
- Las personas.
- Los receptores alimentados por la instalación.

En este capítulo nos ocuparemos de la protección de los elementos de la instalación (circuitos) contra las sobrecorrientes debido a sobrecargas y a cortocircuitos. La protección eléctrica en estos casos es provista por medio de dispositivos fusibles o interruptores automáticos, instalados en los tableros de distribución de donde se alimentan los circuitos.



6.2 MAGNITUDES ELÉCTRICAS CARACTERÍSTICAS DE LOS DISPOSITIVOS DE MANIOBRA Y PROTECCIÓN

La Tensión Nominal (U_n) de un dispositivo de maniobra o de protección es el valor eficaz de tensión para el cual el dispositivo es diseñado, y al cual son referidos otros valores nominales.

La norma internacional IEC define para los dispositivos de baja tensión:

- Tensión nominal (U_e): es el valor de tensión eficaz (V_{rms}) al cual se refieren la capacidad de interrupción y de cierre nominales, así como las categorías de utilización en cortocircuito; para circuitos polifásicos es la tensión entre fases.
- Tensión nominal de aislamiento (U_i): es el valor de tensión eficaz (V_{rms}) al cual son referidos los ensayos dieléctricos y las distancias de aislamiento.

El máximo valor de tensión nominal no debe superar la tensión nominal de aislamiento ($U_e \leq U_i$).

- Tensión nominal de impulso (U_{imp}): es el valor de tensión de cresta (kV_{cresta}) de la onda de impulso de tensión, de forma y polaridad determinada, que es capaz de resistir el equipo sin falla, bajo condiciones específicas de ensayo. La forma de onda es la simulación de un impulso atmosférico (1,2/50 mseg).

La Corriente Nominal (I_n) es el valor eficaz de la corriente de régimen continuo que el dispositivo debe ser capaz de conducir indefinidamente, sin que la elevación de temperatura de sus diferentes partes exceda los valores especificados, en las condiciones previstas por la norma correspondiente.



La norma internacional IEC define para los dispositivos de baja tensión:

- Corriente térmica nominal (I_{th}): es el valor de corriente (valor eficaz en CA o valor en régimen permanente en CC) que el dispositivo puede conducir en un régimen de 8 horas, sin que la elevación de temperatura de sus diferentes partes exceda límites especificados.
- Corriente ininterrumpida nominal (I_n): es el valor de corriente, definido por el fabricante, que el interruptor puede conducir en régimen ininterrumpido. En el caso de los interruptores regulables, corresponde a la máxima corriente de regulación posible.

Para un dispositivo de protección definimos:

- Corriente convencional de actuación o de fusión en el caso de dispositivos fusibles (I_2 o I_f): es el valor especificado de corriente que provoca la actuación del dispositivo en un tiempo inferior a un tiempo determinado, denominado tiempo convencional.
- Corriente convencional de no actuación o de no fusión en el caso de dispositivos fusibles (I_2 o I_{nf}): es el valor especificado de corriente que el dispositivo puede conducir sin actuación durante un tiempo determinado, denominado tiempo convencional.

El tiempo convencional (t_v) varía de acuerdo a la corriente nominal del dispositivo fusible.



La corriente de cortocircuito presumida es la máxima corriente que puede circular en el circuito en el caso de un cortocircuito de impedancia despreciable.

- Capacidad de interrupción: es el valor de corriente de interrupción presumida que un dispositivo es capaz de interrumpir a la tensión nominal y en las condiciones prescritas de funcionamiento sin sufrir ningún daño.

- Capacidad de cierre: es el valor de cresta máximo de la corriente de cierre presumida que el dispositivo es capaz de cerrar a la tensión nominal y en las condiciones prescritas de funcionamiento sin sufrir ningún daño.

Cuando las condiciones prescritas incluyen un cortocircuito en los terminales de salida del dispositivo, hablamos de la Capacidad de interrupción en cortocircuito y de la Capacidad de cierre en cortocircuito.

6.3 PRINCIPALES DISPOSITIVOS DE SECCIONAMIENTO Y COMANDO

6.3.1 Seccionador

Es un dispositivo de operación manual, de dos posiciones cerrado-abierto, no está diseñado para cerrar o abrir corrientes y por lo tanto no se dan valores nominales para estas funciones. Sin embargo, deben ser capaces de resistir el pasaje de corrientes de cortocircuito y se asigna un tiempo nominal (en general 1 segundo) que deben ser capaces de resistir un determinado valor de corriente de cortocircuito.



Estos dispositivos al operar sin carga, deben ser instalados con un dispositivo de comando y protección aguas arriba que permita:

- Desconectar la alimentación previamente a la operación del dispositivo de seccionamiento.
- Proteger el dispositivo de seccionamiento y el circuito aguas abajo correspondientes, frente a sobrecargas y cortocircuitos

Los Seccionadores que cumplen con la norma internacional IEC 60947-3 proveen la función de Seccionamiento como fue definida en el punto 1.

6.3.2 Seccionador bajo carga (interruptor-seccionador)



Es un dispositivo en general operado manualmente (aunque puede disponer de disparo eléctrico) y tiene dos posiciones cerrado-abierto. Está diseñado para cerrar o abrir circuitos en carga en condiciones normales de servicio (sin falla) y por lo tanto se le asignan corrientes nominales de cierre y apertura para las condiciones normales de servicio.

Los Seccionadores bajo carga que cumplen con la norma IEC 60947-3 cumplen la función de seccionamiento definida en el punto 1. Pueden cumplir también la función de comando aunque disponen de una endurancia mecánica y eléctrica menor a la de un contactor. La endurancia mecánica son los ciclos de maniobra sin carga, y la endurancia eléctrica son los ciclos de maniobra en carga.



La norma internacional IEC 60947-3 define para dispositivos de maniobra de baja tensión en corriente alterna, tres categorías de utilización según el tipo de cargas a maniobrar:

Categoría de utilización	Aplicación típica
AC-20	Conexión y desconexión sin carga
AC-21	Maniobra de cargas resistivas, incluyendo sobrecargas moderadas
AC-22	Maniobra cargas resistivas e inductivas mezcladas, incluyendo sobrecargas moderadas
AC-23	Maniobra de cargas tipo motor o otras cargas altamente inductivas

La categoría AC-23 referida en la tabla anterior no se aplica al equipamiento utilizado usualmente para el arranque y parada de motores, sino que incluye maniobras ocasionales de motores individuales.

Estos son dispositivos están diseñados para una determinada corriente de cierre en falla, garantizando un cierre seguro frente a los esfuerzos electrodinámicos de una corriente de cortocircuito. Al igual que para los Seccionadores deben ser instalados con un dispositivo de protección aguas arriba que los proteja frente a sobrecargas y cortocircuitos.

A modo de ejemplo: un Seccionador bajo carga de 100 A, categoría AC23 debe poder:

- Cerrar una corriente de $10I_n$ (1000 A) con un factor de potencia de 0.35 en retraso (carga altamente inductiva).
- Abrir una corriente de $8I_n$ (800 A) con un factor de potencia de 0.35 en retraso.



- Resistir una corriente de cortocircuito $^3 12I_n$ durante 1 segundo.

6.3.3 Contactor

Es un dispositivo operado por un solenoide, donde generalmente para mantenerlo cerrado se requiere de una pequeña corriente a través de la bobina.

Los Contactores son diseñados para una gran cantidad de durabilidad mecánica y eléctrica, y pueden ser controlados en forma local o remota por pulsadores, selectoras, contactos de relés, PLC, etc. Por lo tanto son ampliamente utilizados para maniobrar cargas que requieren una alta frecuencia de ciclos de maniobra (como ser motores), o circuitos que requieren ser comandados a distancia o en forma automática.

6.4 DISPOSITIVOS DE PROTECCIÓN CONTRA SOBRECORRIENTES

6.4.1 Dispositivos fusibles

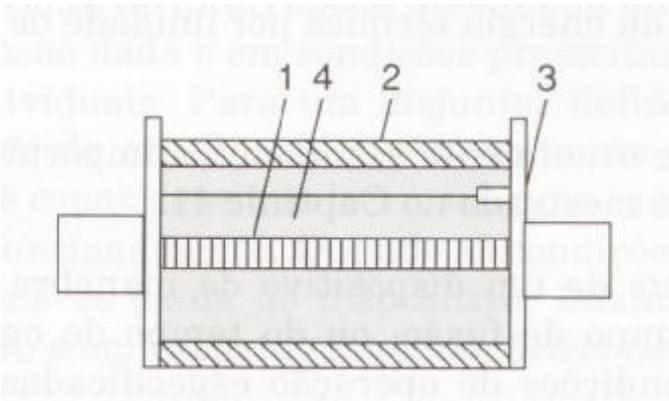
Es la protección más antigua en las instalaciones eléctricas, y su operación consiste en la fusión del elemento fusible cuando la corriente excede determinado valor durante determinado tiempo.

El elemento fusible consiste en un conductor de sección muy pequeña, que debido a su alta resistencia, sufre un calentamiento superior al conductor del circuito protegido debido al pasaje de la corriente. Para una relación determinada entre la sección del elemento fusible y la del conductor protegido, ocurrirá la fusión del elemento fusible cuando el conductor alcance su temperatura máxima admisible.



El elemento fusible es un hilo o una lámina generalmente de cobre, plata o estaño, colocada en el interior del cuerpo del dispositivo generalmente de porcelana u otro material aislante herméticamente cerrado. La mayoría de los fusibles contienen en su interior, envolviendo el elemento fusible, material granulado extintor del arco (en general es arena de cuarzo).

Esquema de composición de un fusible:



- 1 - Elemento fusible.
- 2 - Cuerpo generalmente de porcelana.
- 3 - Indicador.
- 4 - Medio extintor generalmente arena de cuarzo.

Algunos fusibles poseen un elemento indicador compuesto generalmente por un hilo de acero ligado en paralelo con el elemento fusible, el cual libera un resorte luego de su operación, actuando este sobre un botón indicador en el frente del fusible.



La norma internacional IEC que regulan la fabricación de los fusibles es la IEC 60269, y consta de las siguientes partes:

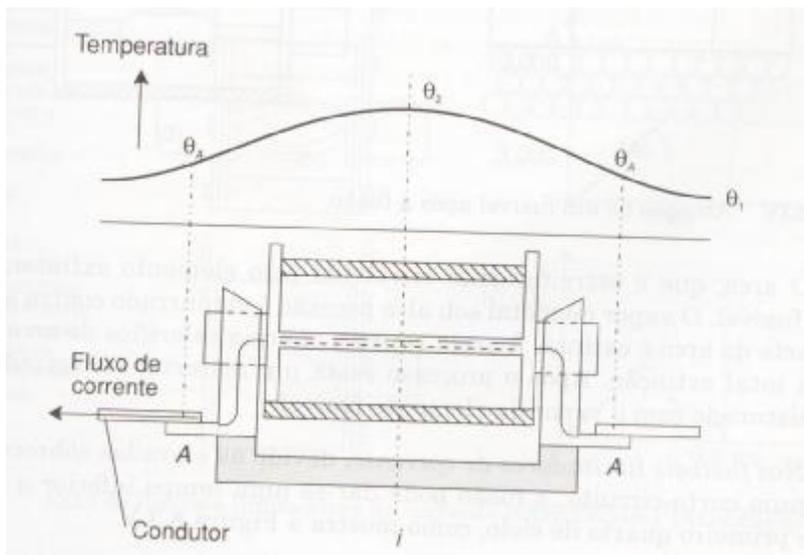
IEC 60269-1 “Reglas generales para fusibles de baja tensión”

IEC 60269-2 “Fusibles de baja tensión de alta capacidad de ruptura para uso industrial”

IEC 60269-3 “Fusibles de baja tensión para instalaciones domésticas y análogas”

b) Operación

En la figura siguiente se representa en forma simplificada el elemento fusible en serie con el conductor. Debido al pasaje de una corriente, el elemento fusible alcanza una temperatura mayor que la del conductor (θ_1), siendo la temperatura máxima en el punto medio (θ_2).





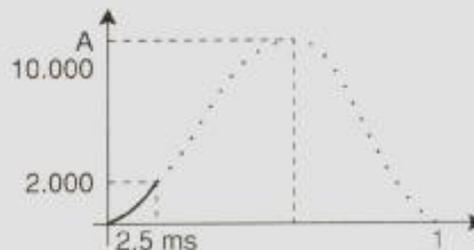
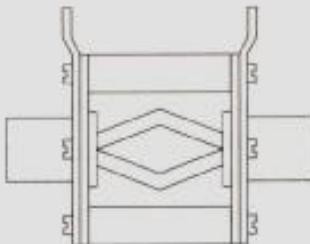
La temperatura en los puntos de conexión al conductor (θ_A) no debe superar un valor determinado para no perjudicar la vida útil del aislamiento del cable, este valor es limitado por la norma.

Se define como *Corriente Nominal del Fusible* a la corriente que puede recorrer el dispositivo fusible en forma permanente sin que ese valor límite sea superado.

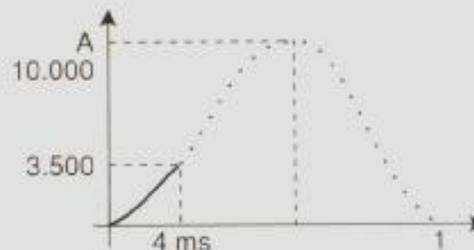
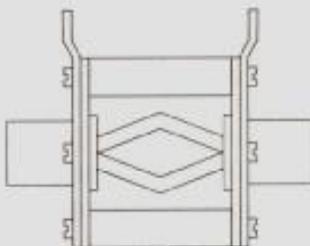
En la figura siguiente se representa el proceso de interrupción de un fusible:

CAPÍTULO 6 PROTECCIÓN CONTRA SOBRECORRIENTES Y CORTO CIRCUITO

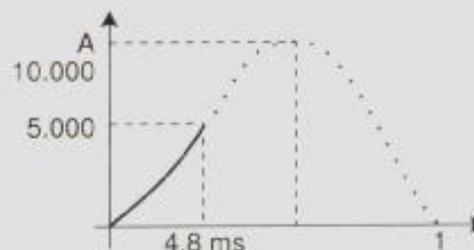
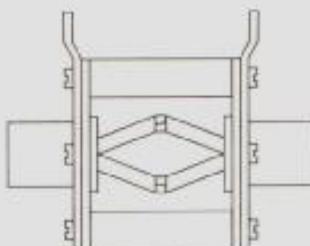
1. Características do curto-circuito: corrente presumida de 4.000 A (valor eficaz); 10.000 A de crista (admitindo onda simétrica).



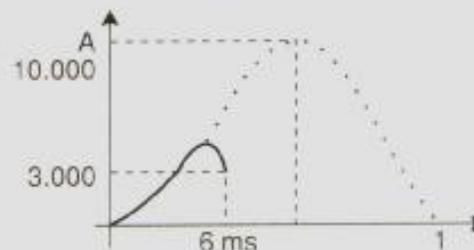
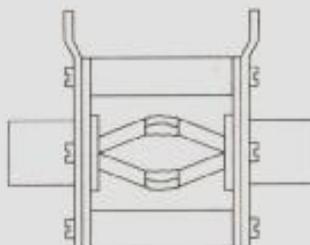
2. O curto-circuito se desenvolve: o elemento fusível se aquece; a temperatura da seção reduzida do elemento vai atingir 1.083°C, ponto de fusão do cobre.



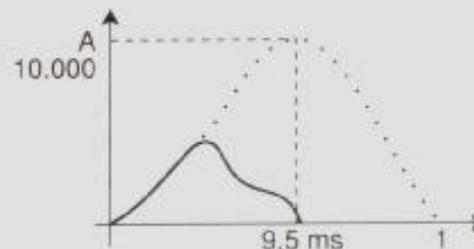
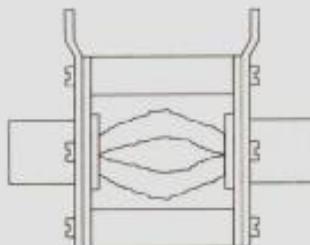
3. O curto-circuito é muito limitado: o elemento fusível acaba de fundir-se e se romper em duas partes: cria-se um arco elétrico que pode atingir 2.000°C; a corrente continua a passar.



4. O arco elétrico faz fundir a areia (extintor) e o elemento fusível, a areia ao fundir-se resfriada o arco e aumenta a resistência interna do fusível; a corrente cai.



5. O arco está extinto: o elemento fusível desapareceu; a temperatura interna do fusível está caindo; a areia fundida se solidifica; a corrente não passa mais.





Luego de la fusión el elemento fusible, la corriente continua circulando por un tiempo a través del arco mantenida por la fuente y por la inductancia del circuito. El arco vaporiza el elemento fusible y el metal vaporizado a alta presión es empujado contra la arena donde se produce finalmente la extinción del arco.

c) Características

Clasificación

Los dispositivos fusibles son clasificados inicialmente de acuerdo con la faja de interrupción y a la categoría de utilización, y para ello se utilizan dos letras:

- 1° letra – “g” o “a” que indica la faja de interrupción
- 2° letra – “G” o “M” que indica la categoría de utilización

Los tipo “**g**” son aquellos capaces de interrumpir todas las corrientes comprendida entre un valor prefijado de alrededor 1,6 a 2 veces la corriente nominal y su capacidad nominal de apertura. Se dice que operan en toda la faja de corriente.

Los tipo “**a**” son aquellos capaces de interrumpir las corrientes comprendidas entre un valor prefijado de alrededor 4 veces la corriente nominal y su capacidad nominal de apertura. Se dice que operan en una faja parcial.

Los tipo “**G**” son de uso general y los tipo “**M**” son para la protección de motores.

Para la protección contra sobrecorrientes de circuitos de baja tensión se utilizan esencialmente dos tipos de características de dispositivos fusibles:



gG : Son de aplicación general, utilizados en la protección de circuitos contra corrientes de sobrecarga y contra corrientes de cortocircuito.

aM - Son destinados a la protección de motores contra corrientes de cortocircuito, no son adecuado para la protección contra cortocircuitos ya que comienzan a operar para un valor de corriente de alrededor de 4 veces la nominal.

Los fusibles son clasificados además según su utilización en:

- Para uso por personas calificadas (uso industrial) – IEC 60269-2.
- Para uso por personas no calificadas (uso doméstico) – IEC 60269-3.

Los primeros son de uso industrial, lo que la norma considera que la operación y reposición será realizada por personal calificado.

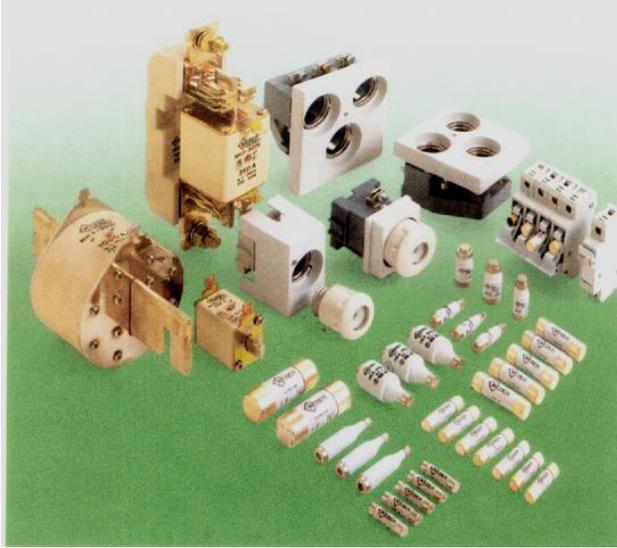
Pueden ser gG o aM con corrientes nominales hasta 1250 A y una capacidad de apertura no inferior a 50 kA ($V_{nom} \leq 660$ Vac) y 25 kA ($V_{nom} \leq 750$ Vdc), y los más comúnmente usados son de los siguientes tipos:

- Con contactos cilíndricos denominados cartuchos de uso industrial.
- Con contactos tipo faja denominados tipo NH.

Los segundos son de uso doméstico, y la norma considera que la operación y reposición puede ser realizada por personal no calificada. Son del tipo gG con corrientes nominales de hasta 100 A, y con una capacidad de apertura ³ 6 kA ($V_{nom} \leq 240$ Vac) y 20 kA (240 Vac $< V_{nom} \leq 500$ Vac), y los más comúnmente utilizados son de los siguientes tipos:



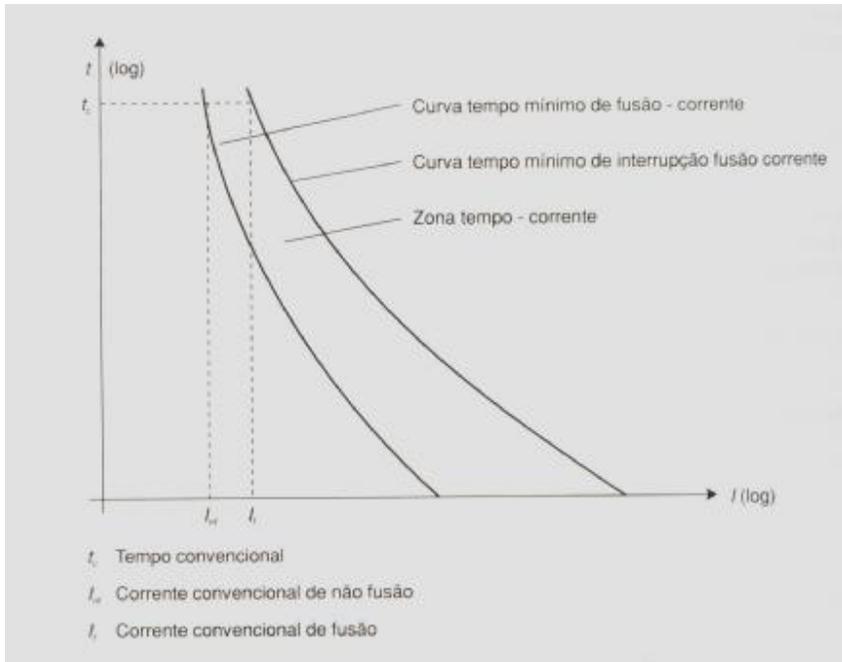
- Cartucho cilíndrico para uso doméstico.
- Tipo Diazed.



Característica tiempo-corriente

La *característica tiempo-corriente* de un dispositivo fusible da el tiempo virtual de fusión o de interrupción, en función de la corriente presumida simétrica bajo condiciones específicas de operación. La faja comprendida entre la característica de tiempo mínimo de fusión y la de tiempo máximo de interrupción de corriente se denomina *zona de fusión tiempo-corriente*.

En la figura siguiente se representa la zona tiempo-corriente de un dispositivo fusible:



En la tabla siguiente se indican las corrientes convencionales de no fusión y de fusión para dispositivos fusibles tipo gG de baja tensión, y los tiempos convencionales según la norma IEC 60269.

Corriente nominal I_n (A)	Corriente convencional de no fusión I_{nf}	Corriente convencional de fusión I_f	Tiempo convencional t_c (h)
$I_n \leq 4$ A	$1.5 I_n$	$2.1 I_n$	1
4 A < $I_n \leq 16$ A	$1.5 I_n$	$1.9 I_n$	1
16 A < $I_n \leq 63$ A	$1.25 I_n$	$1.6 I_n$	1
63 A < $I_n \leq 160$ A	$1.25 I_n$	$1.6 I_n$	2
160 A < $I_n \leq 400$ A	$1.25 I_n$	$1.6 I_n$	3
$400 < I_n$	$1.25 I_n$	$1.6 I_n$	24

Como se puede observar los dispositivos fusibles tipo gG tienen una corriente convencional de fusión de 1.6 a 2.1 I_n , por lo que tienen una pobre performance en la protección contra sobrecargas pequeñas, y resulta necesario en este caso instalar cables de mayor capacidad de conducción de corriente para evitar las

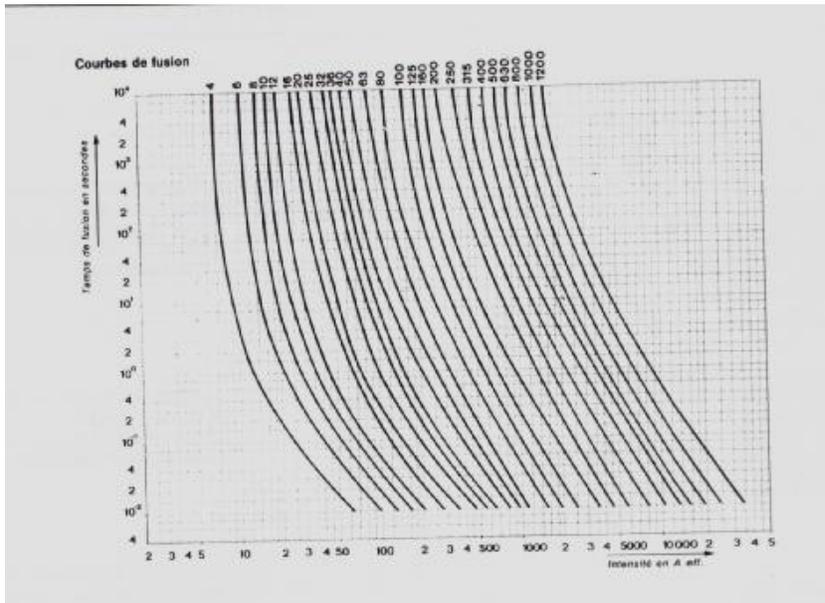


CAPÍTULO 6 PROTECCIÓN CONTRA SOBRECORRIENTES Y CORTO CIRCUITO

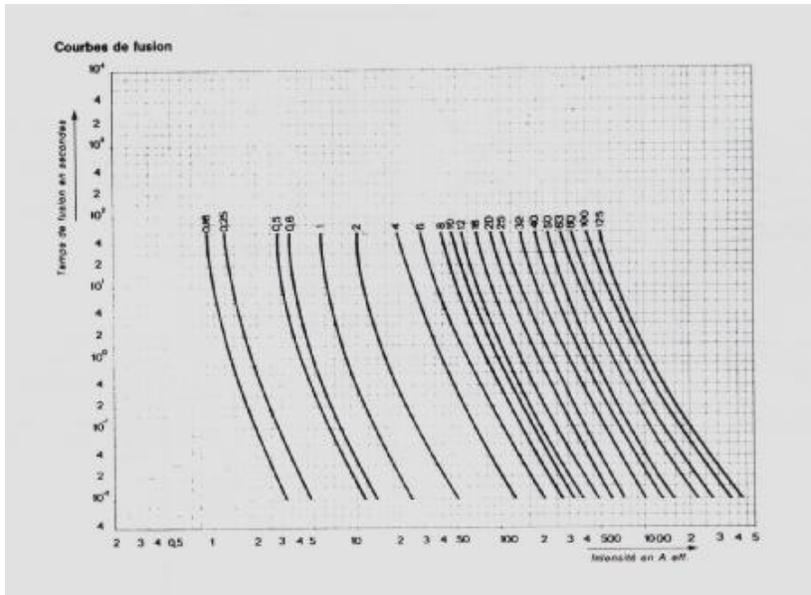
consecuencias de posibles sobrecargas pequeñas durante un largo tiempo (por ejemplo sobrecargas de hasta un 60% durante 1 hora en el peor caso).

En el caso de los fusibles tipo aM la corriente convencional de fusión es de 3 a 4 In, por lo que son fusible que sólo protegen frente a cortocircuitos.

En las figuras siguientes se representan las características tiempo-corriente que dan los fabricantes para las diferentes corrientes nominales de dispositivos fusibles:



Dispositivos fusibles tipo gG

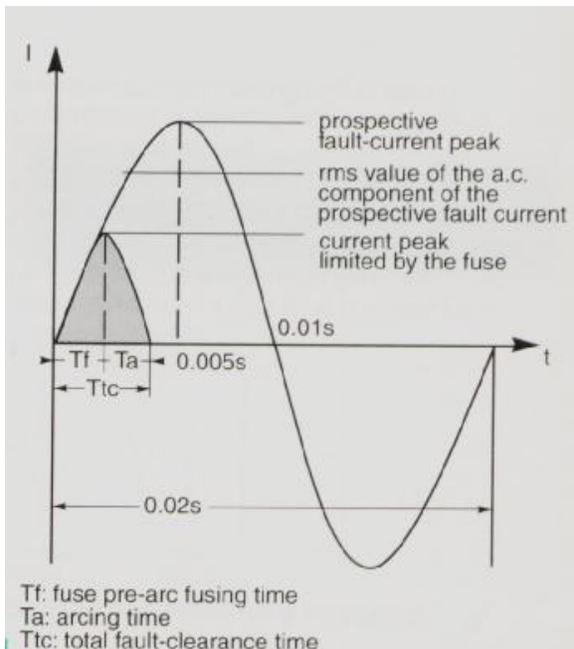


Dispositivos fusibles tipo aM

Limitación de Corriente

Los dispositivos fusibles debido a su rápida interrupción para corrientes elevadas de cortocircuito, presentan la característica de limitar la corriente interrumpiendo antes del primer pico de la corriente, por lo cual la corriente de cortocircuito nunca alcanza el valor de cresta presumido.

En la figura siguiente se representa la curva típica de limitación de corriente de un fusible:



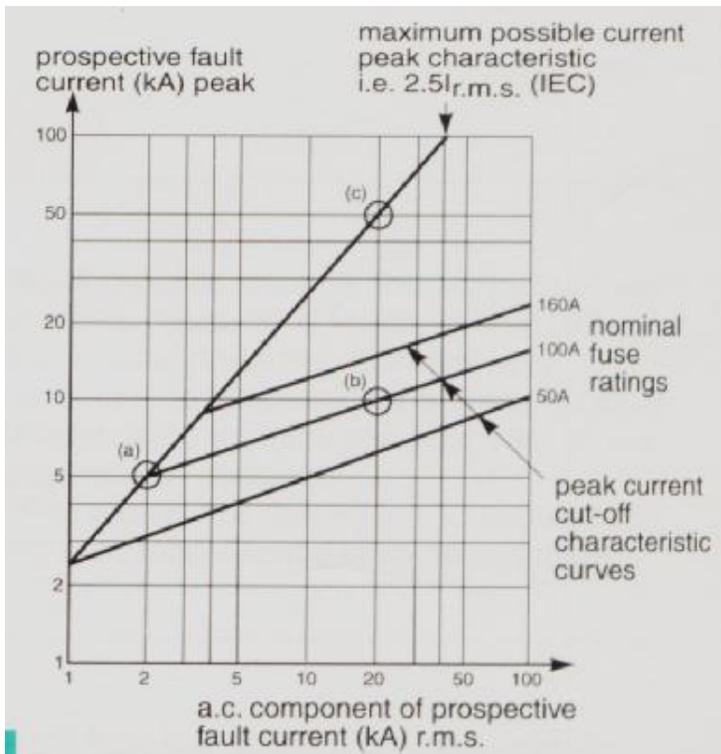
Esta limitación de corriente reduce significativamente los esfuerzos térmicos y electrodinámicos, disminuyendo de esta forma los peligros y daños para las corrientes de cortocircuito elevadas.

La capacidad de apertura de los dispositivos de protección, tanto para los fusibles como para los interruptores automáticos, está dada en valor eficaz de la componente de alterna de la corriente de cortocircuito presumida y no de la corriente limitada.

En la figura siguiente se representan las curvas de limitación de la corriente de cresta que dan los fabricantes. Estas curvas se dan para valores nominales especificados de tensión, frecuencia y factor de potencia del cortocircuito (X/R).



CAPÍTULO 6 PROTECCIÓN CONTRA SOBRECORRIENTES Y CORTO CIRCUITO



Recordemos que la corriente de cortocircuito inicialmente contiene una componente de continua, y que la magnitud y la duración de dicha componente depende de la relación X/R del circuito cortocircuitado.

Cerca del transformador de potencia la relación entre la corriente de cresta y el valor eficaz (I_{cresta}/I_{rms}) de la componente de alterna inmediatamente al instante del cortocircuito puede llegar a ser como máximo igual a 2.5, que es el que se indica en la figura anterior. En los niveles más bajos de la instalación, la reactancia X será menor que la resistencia R y para los circuitos terminales la relación (I_{cresta}/I_{rms}) @ 1.4 que corresponde a un factor de potencia de 0.95.

Como se puede observar en el gráfico, el efecto de limitación de la corriente de cresta ocurre sólo cuando la corriente de cortocircuito presumida supera un cierto



nivel. Como ejemplo, en el gráfico de arriba un fusible de corriente nominal 100 A comienza a limitar la corriente de cresta para una corriente de cortocircuito presumida de 2 kArms (a), para una corriente de cortocircuito presunta de 20 kArms limita la corriente de cresta a 10 kAcresta, sin un fusible limitador la máxima corriente de cresta presumida sería 50 kAcresta.

d) Principales características de los dispositivos fusibles

- Son de operación simple.
- Son de bajo costo.
- No poseen capacidad de efectuar maniobras.
- Son unipolares, en consecuencia pueden causar daños a las cargas.
- Su característica tiempo-corriente no es ajustable, sólo se puede cambiar la corriente nominal del fusible o el tipo de fusible.
- No son de operación repetitiva, deben ser remplazados luego de su actuación, pudiendo ser utilizado en ese caso un fusible inadecuado.
- Constituyen esencialmente una protección contra cortocircuitos, son más rápidos que los interruptores automáticos para corrientes de cortocircuito y lentos para corrientes de sobrecarga.



Ejemplo:

Calcular los fusibles que protegen una Línea General de Alimentación de las siguientes características:

Potencia total a instalar de 125.335 W.

Sección del conductor de fase preseleccionado: cobre de 95 mm²

Aplicando la **CONDICIÓN 1**:

$$I_b \leq I_n \leq I_z$$

$$201 \text{ A} \leq I_n \leq 224 \text{ A}$$

La única posibilidad es aumentar el valor de I_z , para lo que tenemos que aumentar la sección de las fases. Seleccionamos la sección siguiente, la de 120 mm², con una $I_z = 260 \text{ A}$. Esta sección permite cumplir la desigualdad, escogiendo un fusible de intensidad nominal 250 A.

$$201 \text{ A} \leq I_n=250\text{A} \leq I_z =260 \text{ A} \text{ ----- SE CUMPLE}$$

Ahora hay que comprobar la **CONDICIÓN 2** del fusible:

$$I_f \leq 1,45 * I_z$$

En la Tabla siguiente, el fusible elegido en la CONDICIÓN 1, de $I_n = 250 \text{ A}$, está en el intervalo [160, 400] A y, por tanto, la intensidad que por fabricación



normalizada funde, al cabo de 3 horas de funcionamiento en esas condiciones, es de 1,6 veces su I_n , queda:

$$1,6 \cdot 250 \text{ A} \leq 1,45 \cdot 260 \text{ A}$$

$$400 \text{ A} \leq 377 \text{ A} \text{ ----- NO SE CUMPLE}$$

I_n (A)	Tiempo convencional (h)	I_r Corriente convencional de fusión
$I_n \leq 4$	1	2,1 I_n
$4 < I_n \leq 16$	1	1,9 I_n
$16 < I_n \leq 63$	1	1,6 I_n
$63 < I_n \leq 160$	2	1,6 I_n
$160 < I_n \leq 400$	3	1,6 I_n
$400 < I_n$	4	1,6 I_n

Tabla

De nuevo es necesario aumentar la sección del conductor para cumplir esta condición, y pasar a la sección siguiente de 150 mm², con una $I_z = 299 \text{ A}$, con la que:

$$1,6 \cdot 250 \text{ A} \leq 1,45 \cdot 299 \text{ A}$$

$$400 \text{ A} \leq 433,5 \text{ A} \text{ ----- SE CUMPLE}$$

Finalmente, el fusible que debo elegir es de $I_n = 250 \text{ A}$, y habrá que redimensionar las secciones de los conductores de fase de la LGA, quedando éstos de **150 mm²**.



6.4.2 Interruptor Automático

a) Generalidades

El *Interruptor automático* es un dispositivo de maniobra capaz de establecer, conducir y cortar corrientes bajo condiciones normales de funcionamiento y también establecer, conducir por un determinado tiempo y cortar corrientes bajo condiciones anormales, por ejemplo cortocircuito.

Este dispositivo es el único capaz de satisfacer simultáneamente todas las funciones básicas necesarias en una instalación eléctrica (Seccionamiento, Protección eléctrica y Comando).

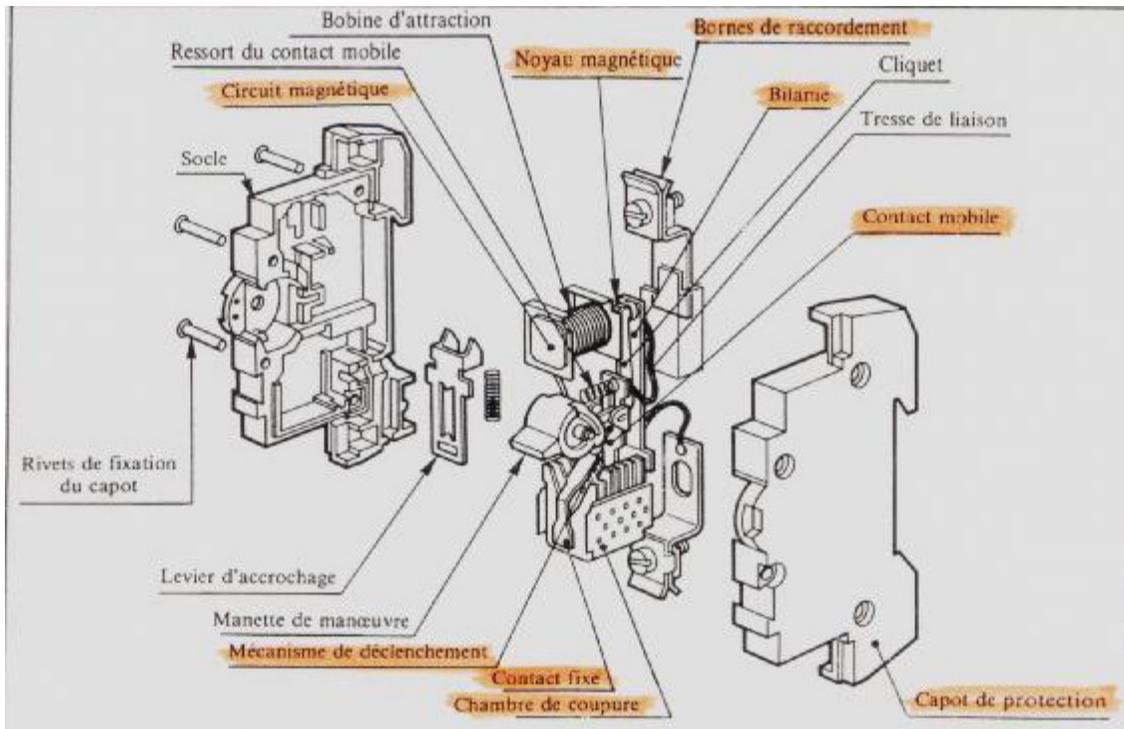
Además por medio de unidades auxiliares puede proveer otras funciones adicionales, como ser: indicación de estado y de disparo con contactos auxiliares, disparo por subtensión equipado con bobina de mínima tensión, comando remoto con bobinas de cierre y apertura, protección contra fallas de aislamiento equipado con relé de corriente diferencial, medida, etc.

Las normas IEC que regulan la fabricación de los interruptores son las siguientes:

IEC 60898 “*Interruptores para instalaciones domésticas y análogas*”

IEC 60947-2 “*Interruptores para instalaciones industriales*”

En la figura siguiente se representa una vista de un interruptor automático del tipo de riel, donde se distinguen las principales partes que componen los mismos:



- Contacto fijo y contacto móvil.
- Cámara de extinción del arco.
- Maneta de operación manual ligada con mecanismo de maniobra.
- Mecanismo de disparo.
- Bimetálico para la protección contra corrientes de sobrecargas
- Bobina electromagnética para la protección contra corrientes de cortocircuitos.
- Bornes de conexión.
- Caja de protección (envolvente aislante).

Se fabrican básicamente los siguientes tipos de interruptores automáticos de baja tensión:

- Compactos aislados en aire:



- Denominados como *Interruptores automáticos de riel*, con corrientes nominales ≤ 125 A, utilizados en circuitos terminales y de distribución secundaria.



- Denominados *Interruptores automáticos de caja moldeada*, con corrientes nominales ≤ 3200 A, utilizados en distribución en general o como interruptores generales.



- Denominados como *Interruptores automáticos de ejecución abierta*, con corrientes nominales de 800 a 6300 A, utilizados como interruptores generales de los tableros generales de instalaciones importantes.



b) Operación

Los interruptores automáticos con unidades de disparo termomagnéticas poseen:

- Un disparador térmico para la protección contra sobrecorrientes moderadas (sobrecargas).
- Un disparador magnético para la protección contra sobrecorrientes elevadas (cortocircuito).

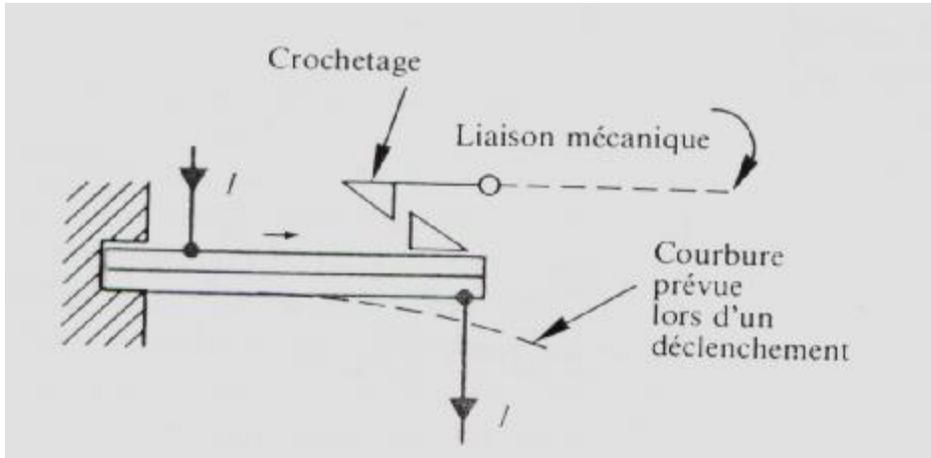
Para los interruptores automáticos del tipo caja moldeada existen interruptores con unidades de disparo electrónicas, con medida de la corriente a través de transformadores de corriente toroidales en cada fase.

Disparador térmico en unidades de disparo termomagnéticas

Los disparadores térmicos operan para sobrecorrientes moderadas superiores a la corriente nominal o de regulación del interruptor. Están constituidos por un elemento bimetálico, y funcionan en base al principio del “par termoeléctrico”.



El elemento “bimetálico” contiene dos láminas metálicas con diferente coeficiente de dilatación, unidas por soldadura. La lámina de mayor coeficiente de dilatación provoca la curvatura del bimetálico y el disparo del interruptor a través de un mecanismo apropiado.



La regulación de la corriente de disparo térmico en este tipo de interruptores termomagnéticos, es actuando sobre la curvatura de las láminas. Para los interruptores automáticos del tipo caja moldeada las unidades de disparo térmico son reemplazables.

El térmico debe operar a partir de una corriente determinada, referida a una temperatura de calibración, por lo que para temperaturas ambientes superiores a la de calibración, el interruptor podría actuar para corrientes inferiores a la de ajuste.

Existen interruptores con disparadores térmicos con compensación de temperatura, en un rango de variación de temperatura.



CAPÍTULO 6 PROTECCIÓN CONTRA SOBRECORRIENTES Y CORTO CIRCUITO

La corriente nominal del interruptor automático esta definida para una determinada temperatura ambiente, generalmente 30 °C para interruptores de uso doméstico (IEC 60898) y 40 °C para interruptores de uso industrial (IEC 60947-2).

La performance de los interruptores a otra temperatura ambiente depende principalmente de la tecnología de las unidades de disparo, siendo esta una de las grandes ventajas de las unidades de disparo electrónica, las cuales no son afectadas por la variación de temperatura dentro de un rango.

En particular para los interruptores con unidad de disparo termomagnético no compensada, a la corriente de ajuste se le debe aplicar un factor para las diferentes temperaturas de funcionamiento, establecido en tablas.

C60a. C60H: curve C. C60N: curves B and C (reference temperature: 30 °C)

rating (A)	20 °C	25 °C	30 °C	35 °C	40 °C	45 °C	50 °C	55 °C	60 °C
1	1.05	1.02	1.00	0.98	0.95	0.93	0.90	0.88	0.85
2	2.08	2.04	2.00	1.96	1.92	1.88	1.84	1.80	1.74
3	3.18	3.09	3.00	2.91	2.82	2.70	2.61	2.49	2.37
4	4.24	4.12	4.00	3.88	3.76	3.64	3.52	3.36	3.24
6	6.24	6.12	6.00	5.88	5.76	5.64	5.52	5.40	5.30
10	10.6	10.3	10.0	9.70	9.30	9.00	8.60	8.20	7.80
16	16.8	16.5	16.0	15.5	15.2	14.7	14.2	13.8	13.5
20	21.0	20.6	20.0	19.4	19.0	18.4	17.8	17.4	16.8
25	26.2	25.7	25.0	24.2	23.7	23.0	22.2	21.5	20.7
32	33.5	32.9	32.0	31.4	30.4	29.8	28.4	28.2	27.5
40	42.0	41.2	40.0	38.8	38.0	36.8	35.6	34.4	33.2
50	52.5	51.5	50.0	48.5	47.4	45.5	44.0	42.5	40.5
63	66.2	64.9	63.0	61.1	58.0	56.7	54.2	51.7	49.2

NS250N/H/L (reference temperature: 40 °C)

rating (A)	40 °C	45 °C	50 °C	55 °C	60 °C
TM160D	160	156	152	147	144
TM200D	200	195	190	185	180
TM250D	250	244	238	231	225

tables H2-36: examples of tables for the determination of derating/uprating factors to apply to CBs with uncompensated thermal tripping units, according to temperature.

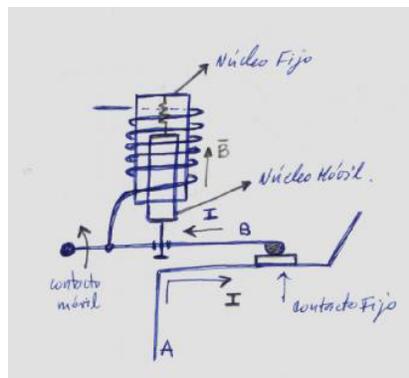
Como ejemplo, se puede observar según la tabla anterior un modelo NS250 con una unidad de disparo termomagnética TM160D, que es de una corriente nominal



160 A a 40 °C (temperatura ambiente de referencia), su corriente nominal se reduce a 152 A a 50° C.

Disparador magnético en unidades de disparo termomagnéticas

La figura muestra esquemáticamente el principio de funcionamiento de un disparador magnético, la armadura es tensionada mediante un resorte y por encima de un valor de corriente determinado (corriente de actuación) se vence la tensión del resorte y la armadura es atraída por el núcleo produciendo la apertura del interruptor a través de un mecanismo apropiado.



En el caso que la corriente de disparo magnético sea regulable, en unidades de disparo termomagnéticas el ajuste se realiza por la variación del entrehierro o de la tensión del resorte. El disparo magnético puede ser instantáneo (cuando no existe ninguna temporización intencional) o temporizado.

c) Características

Características eléctricas

Además de las magnitudes que se indicaron en el Punto 2 para los dispositivos de maniobra y protección (tensión nominal, tensión nominal de aislamiento, tensión



nominal de impulso, corriente térmica nominal, corriente ininterrumpida nominal, etc.), para los interruptores automáticos la norma IEC define:

- *Capacidad de interrupción de cortocircuito último* (I_{cu} para interruptores de uso industrial o I_{cn} para los de uso doméstico): es el valor de corriente de cortocircuito de interrupción asignado por el fabricante a la tensión nominal y en las condiciones de ensayo especificadas, correspondiente a la secuencia de operación **O-t-CO** (Apertura –Tiempo de retardo – Cierre – Apertura). Se expresa como el valor eficaz de la componente de alterna de la corriente de cortocircuito presumida en kArms.

- *Capacidad de interrupción de cortocircuito en servicio* (I_{cs}): es el valor de corriente de cortocircuito de interrupción asignado por el fabricante para la tensión nominal y en las condiciones de ensayo especificadas, correspondiente a la secuencia de operación **O-t-CO-t-CO**. Se expresa como un porcentaje de I_{cu} , generalmente 25, 50 o 100 %.

La corriente I_{cu} representa la máxima corriente que el Interruptor pueda verse precisado a cortar que es la corriente de cortocircuito presumida. Decimos puede verse precisado a cortar porque en la práctica, la corriente presumida es calculada despreciando una serie de factores (resistencia de contacto de los interruptores, conexiones, desprecio de las resistencias del arco, etc.), por lo que esta corriente es bastante superior a la real.

De todas formas, se define la corriente I_{cs} que representa la corriente que puede cortar el interruptor sin que ello comprometa la continuidad del servicio. Luego de la secuencia de operación O-t-CO-t-CO, tres aperturas consecutivas en cortocircuito, se realizan los ensayos de rigidez dieléctrica, calentamiento a



corriente nominal, de relés y mecanismos de disparo, para verificar el normal funcionamiento del interruptor.

Los ensayos son realizados para determinados factores de potencia representativos de la mayoría de los sistemas de potencia.

I_{cu}	$\cos \varphi$
$6 \text{ kA} < I_{cu} \leq 10 \text{ kA}$	0.5
$10 \text{ kA} < I_{cu} \leq 20 \text{ kA}$	0.3
$20 \text{ kA} < I_{cu} \leq 50 \text{ kA}$	0.25
$50 \text{ kA} \leq I_{cu}$	0.2

table H2-31: I_{cu} related to power factor ($\cos \varphi$) of fault-current circuit. (IEC 947-2).

- *Corriente admisible de corta duración (I_{cw}):* es el valor de corriente que un dispositivo de maniobra y protección es capaz de conducir en posición cerrada, durante un intervalo de tiempo especificado, en las condiciones prescritas de funcionamiento sin sufrir daños. Para corriente alterna es el valor eficaz de la componente de alterna de la corriente de cortocircuito presumida, constante durante el tiempo especificado generalmente 1 segundo.

Se definen además dos *Categorías de utilización*, con relación a si el interruptor está diseñado específicamente para obtener selectividad, con un tiempo de retardo intencional en la apertura de corrientes de cortocircuitos.

- *Categoría A:* interruptor automático sin un retardo intencional en la operación del disparo magnético frente a cortocircuitos.

- *Categoría B:* con el objeto de obtener selectividad, es posible disponer de un tiempo de retardo intencional en el disparo, cuando la corriente de cortocircuito es menor a I_{cw} .

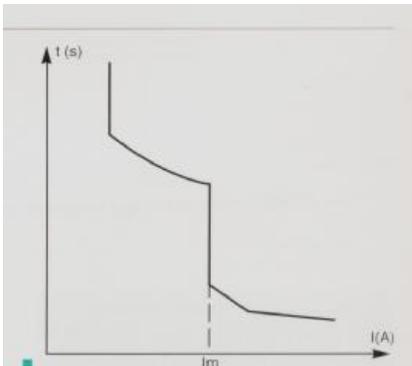


fig. H2-32: category A circuit breaker.

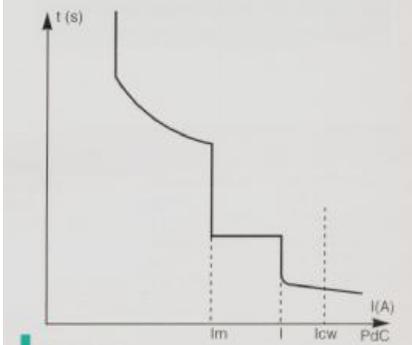


fig. H2-33: category B circuit breaker.

- *Poder de cierre en cortocircuito (I_{cm})*: es el valor instantáneo máximo de corriente que el interruptor automático es capaz de establecer cuando el mismo cierra en cortocircuito. Este valor es asignado por el fabricante para la tensión nominal, frecuencia nominal y un factor de potencia especificado.

En CA es expresado como el máximo valor de cresta de la corriente de cortocircuito presumida y viene dado por un múltiplo de la Capacidad de interrupción última I_{cu} :



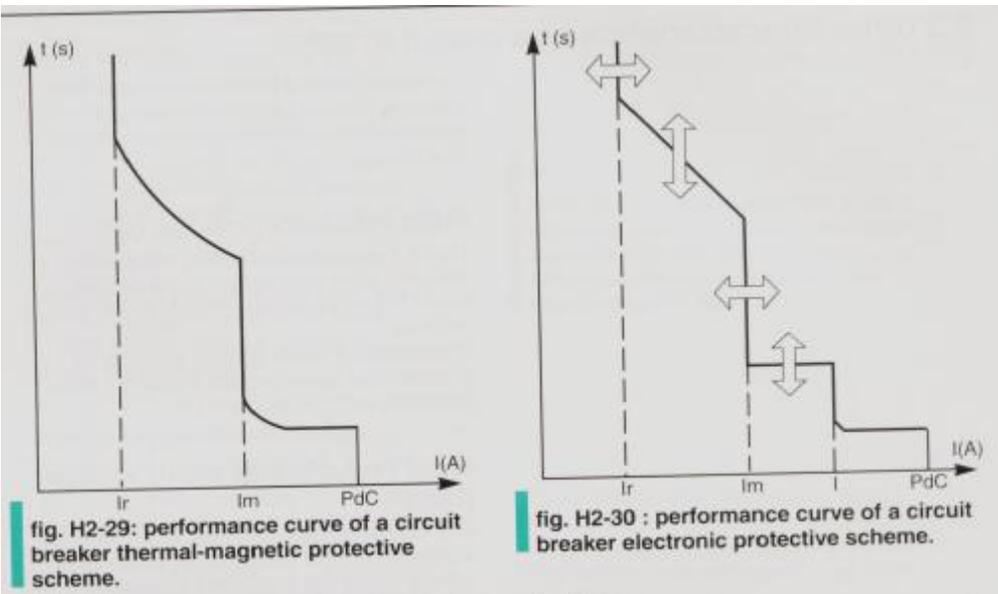
CAPÍTULO 6 PROTECCIÓN CONTRA SOBRECORRIENTES Y CORTO CIRCUITO

I_{cu}	$\cos \varphi$	$I_{cm} = k I_{cu}$
$6 \text{ kA} < I_{cu} \leq 10 \text{ kA}$	0.5	$1.7 \times I_{cu}$
$10 \text{ kA} < I_{cu} \leq 20 \text{ kA}$	0.3	$2 \times I_{cu}$
$20 \text{ kA} < I_{cu} \leq 50 \text{ kA}$	0.25	$2.1 \times I_{cu}$
$50 \text{ kA} \leq I_{cu}$	0.2	$2.2 \times I_{cu}$

table H2.34: relation between rated breaking capacity I_{cu} and rated making capacity I_{cm} at different power-factor values of short-circuit current, as standardized in IEC 947-2.

Características tiempo-corriente

En las siguientes curvas se muestran las características de disparo típicas para interruptores con unidad de disparo termomagnética y electrónica.



Donde,

I_r Corriente de regulación del disparo térmico (corriente de largo retardo LT)



I_m Corriente de regulación del disparo magnético temporizado (corriente de corto retardo ST)

I Corriente del disparo magnético instantáneo

PdC Capacidad de Interrupción en cortocircuito

En la tabla siguiente se indican los valores estándar de regulación de acuerdo a las normas IEC:

Tabla de valores estándar de regulación

	Tipo Prot	Sobrecarga	Cortocircuito		
IEC 898	T/M	$I_r = I_n$ (fija)	Tipo B $3I_n \leq I_m < 5I_n$	Tipo C $5I_n \leq I_m < 10I_n$	Tipo D $10I_n \leq I_m < 20I_n$
IEC 947-2	T/M	$I_r = I_n$ (fija)	Fija $I_m \approx 7$ a $10 I_n$		
		$0.7I_n \leq I_r < I_n$ (ajustable)	Ajustable Bajo seteo : 2 a 5 I_n Standard : 5 a 10 I_n		
	Electrónica	Largo retardo $0.4I_n \leq I_r < I_n$	Corto retardo (ajustable) $1.5 I_r \leq I_m < 10 I_r$ Instantáneo (fijo) $I \approx 12$ a $15 I_n$		

Los interruptores automáticos del tipo de riel vienen equipados sólo con unidad de disparo termomagnética, con disparo térmico fijo igual a la corriente nominal, y con tres curvas normalizadas de disparo magnético:

- Curva B: el disparo magnético actúa entre $3I_n$ y $5I_n$
- Curva C: el disparo magnético actúa entre $5I_n$ y $10I_n$
- Curva D: el disparo magnético actúa entre $10I_n$ y $20I_n$

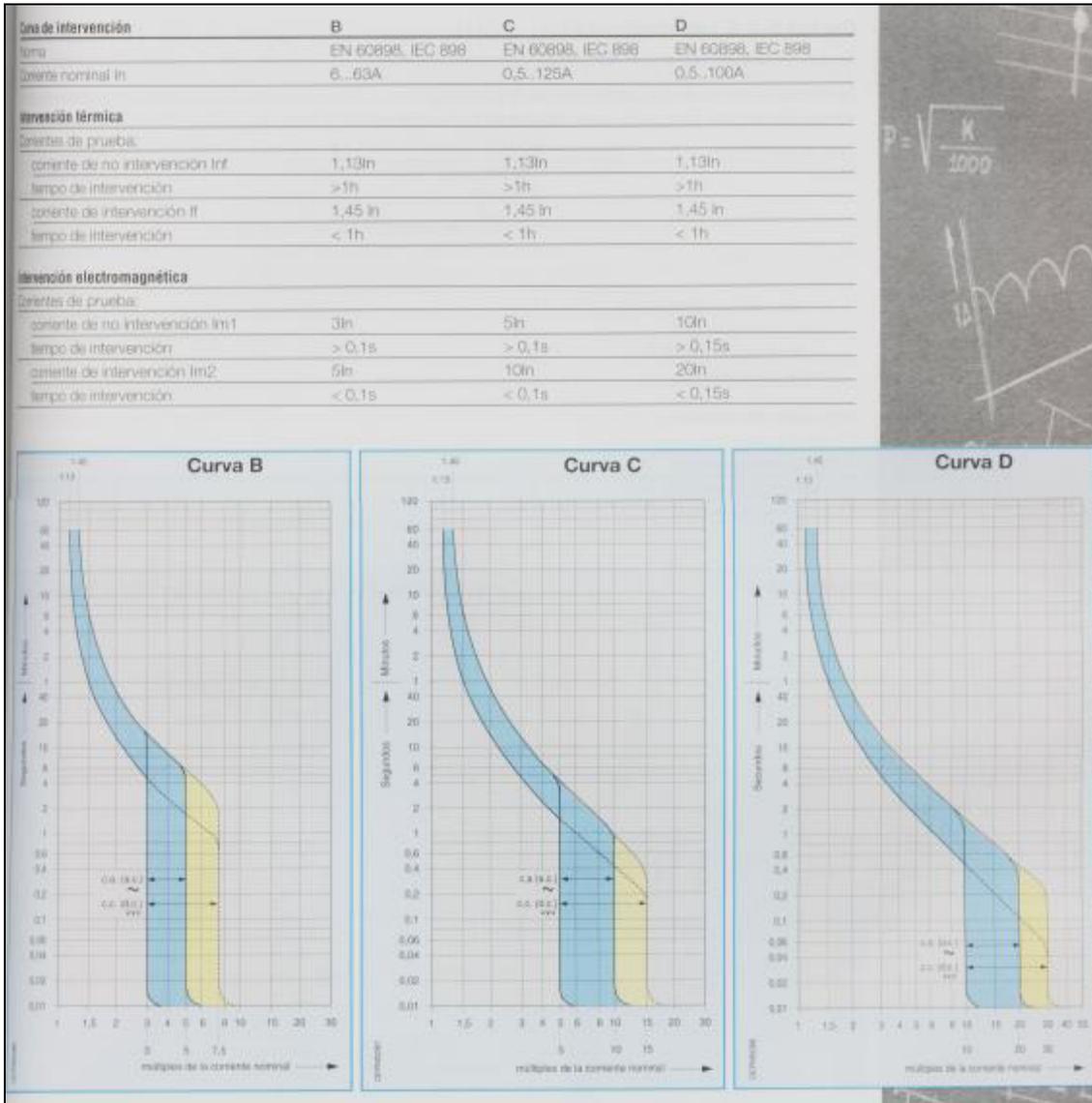


PROTECCIÓN DE UN SITE CONTRA VARIACIONES EN EL SUMINISTRO DE ENERGIA



CAPÍTULO 6 PROTECCIÓN CONTRA SOBRECORRIENTES Y CORTO CIRCUITO

En el cuadro siguiente se indican las características principales de los interruptores de riel con curva B, C y D:



Al igual que para los fusibles, en los interruptores automáticos se define la corriente de actuación convencional (I2) y la corriente de no actuación convencional (I1).



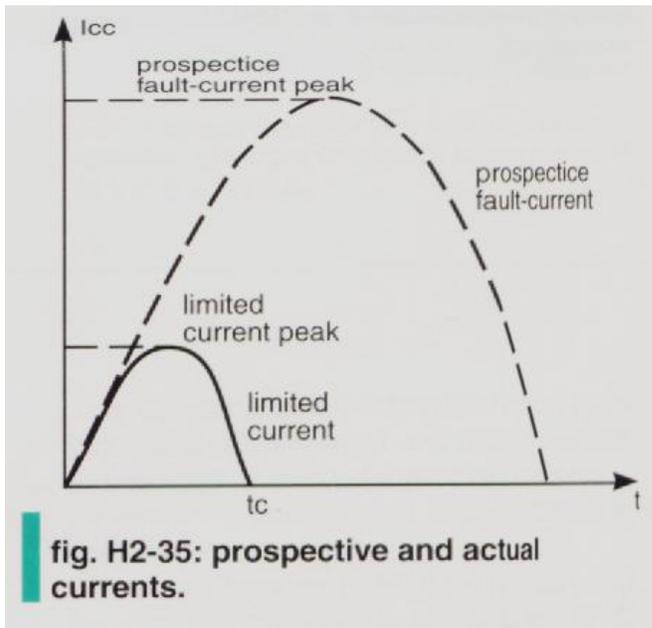
CAPÍTULO 6 PROTECCIÓN CONTRA SOBRECORRIENTES Y CORTO CIRCUITO

En el caso de los interruptores automáticos se cumple:

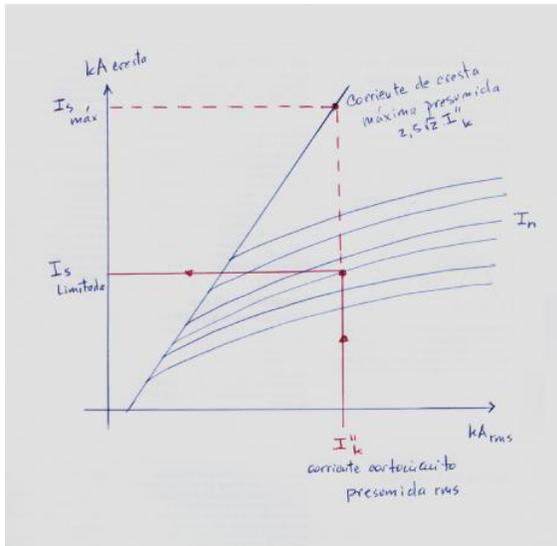
Corriente de regulación I_r	I_1/I_r	I_2/I_r	t_c (h)
≤ 63 A	1,05	1,30	1
> 63 A	1,05	1,25	2

Limitación de Corriente

Existen interruptores que tienen la capacidad de limitar la corriente presunta de cortocircuito y se denominan *Interruptores Limitadores de Corriente*. Estos interruptores interrumpen la corriente de cortocircuito antes del primer pico, por lo cual la corriente de cortocircuito nunca alcanza el valor de cresta presumido.



Para los interruptores limitadores los fabricantes suministran gráficos de la corriente de cresta limitada similares a los de los dispositivos fusibles.



Integral de Joule o Energía Específica (I^2t)

La *Integral de Joule* representada por el símbolo (I^2t) es el valor de la energía térmica por unidad de resistencia ($1 A^2s = 1 J/\Omega$) liberada en un circuito y se denomina Energía Específica:

$$(I^2t) = \int_0^t i^2 \cdot dt$$

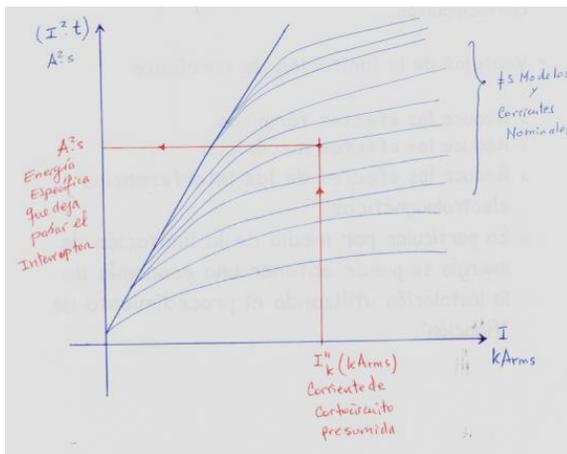
Esta magnitud asume una importancia fundamental en el estudio de los problemas térmicos resultantes de la circulación de corrientes elevadas y de muy corta duración como es el caso de las corrientes de cortocircuito.

Debido a la forma de onda de la corriente de cortocircuito en los primeros ciclos posteriores al cortocircuito, no es válido considerar constante el valor eficaz de la corriente. Por lo que para el estudio de los efectos térmicos, en particular el calentamiento de los conductores y la selección de los dispositivos de protección,



no se puede separar la *Corriente* del *Tiempo*, y es necesario considerar la Energía Específica.

Para los interruptores automáticos los fabricantes suministran gráficos de la Energía Específica como se muestra en la figura siguiente:



En el caso de los interruptores automáticos que cumplen con la norma IEC60898 (uso doméstico o análogo), se clasifican según la “Clase de Limitación” de energía específica.

Ventajas de la limitación de corriente

- Limita la energía específica por lo que reduce los efectos térmicos debidos a las corrientes de cortocircuito. En particular reduce el calentamiento de los conductores del circuito aguas abajo en caso de cortocircuito.
- Limita la corriente de cresta presumida de cortocircuitos por lo que reduce los efectos mecánicos. Las fuerzas electrodinámicas son menores con un menor riesgo de deformación de barras y posible ruptura.



- En particular, por medio de la limitación de energía se puede obtener una economía de la instalación utilizando el procedimiento de “filiación” que veremos en el punto de Coordinación de Protecciones.

d) Principales características de los interruptores automáticos

- Son los únicos dispositivos de maniobra y protección que pueden cumplir con todas las funciones básicas definidas en el punto 1.

- Generalmente son más caros que los dispositivos fusibles.

- Son unipolares o multipolares (1, 2, 3 o 4 polos) a diferencia de los fusibles.

- Ofrecen un amplio rango de corrientes nominales, permitiendo en muchos casos regulación de los disparadores, facilitando la coordinación de las protecciones.

- Su operación es repetitiva, pudiendo ser puestos en servicio luego de su operación sin ser remplazados.

- Disponen de unidades auxiliares que permiten obtener control remoto, medida, indicación de estado y de falla, etc.

- Cumplen con la norma IEC 947 en todo lo que respecta a la seguridad de las maniobras, siendo por lo tanto una protección mucho más segura para los operadores y las instalaciones.



Ejemplo de cálculo de un Interruptor Automático.

Sea una Edificio Inteligente alimentado a 220/380 V. mediante un transformador de 400 kVA. Suponiendo que el cable de salida del transformador es de cobre de sección $3,5 \times 200 \text{ mm}^2$ y de 23 metros de longitud, el poder de corte del interruptor automático en ese punto se obtiene:

La resistencia óhmica del cable utilizado, será:

$$R = \rho \frac{l}{s} = 0,018 \frac{23}{200} = 0,002 \Omega$$

Puesto que el cortocircuito se supone entre dos fases, este resultado hay que multiplicarlo por $\sqrt{3}$

$$0,002 \times \sqrt{3} = 0,0034 \Omega$$

Las curvas características determinan para una resistencia de la línea de 0,0034 y un transformador de 400 kVA., una intensidad de cortocircuito de 12.000 A.

Por lo cual se elige un interruptor automático con un poder de corte de 12.000 A y si este valor no existe comercialmente hay que elegir el inmediatamente mayor.



6.4.3 UPS (unidad de poder ininterrumpida)

La vida, eficiencia y el buen funcionamiento de un computador, equipo de telecomunicaciones y otros sistemas de la misma índole, dependen de una energía limpia é ininterrumpida para funcionar de manera confiable; pero esto no siempre pasa.

Para prever posibles daños a nuestros equipos uno de los principales dispositivos de respaldo de energía diseñados para este fin son los UPS (unidad de poder ininterrumpida).

Pero, qué es realmente la UPS, la función básica de este equipo es mantener la energía eléctrica por un lapso de tiempo, por lo general corto, en el momento que existe una falla del suministro eléctrico.

Principalmente ofrecen soluciones a los problemas causados por Sobretensiones transitorias, Ruidos eléctricos, Baja tensión, Cortes de energía, Microcortes, Descargas atmosféricas, Falta de tierra e Inversión de polaridad, que ponen en riesgo el funcionamiento de los sistemas.

La UPS está destinada a proteger de las perturbaciones eléctricas a nuestros dispositivos de almacenamiento así como a todo equipo electrónico o eléctrico sensible, de vital importancia para cualquier actividad productiva.

Está enfocada principalmente a los computadores, ya que éstos se han convertido en el centro de funcionamientos de muchos edificios inteligentes, igualmente muchos otros equipos modernos de oficina como aparatos de fax, máquinas de



escribir, plantas telefónicas, módems, etc., muchos de los cuales están computarizados.

Todo tipo de configuraciones, se pueden clasificar en dos categorías principales de UPS, llamadas ON-Line y Off-Line.

Ambos diseños nos proveen de una energía de reserva desde un grupo de baterías cuando la línea de alimentación principal falla, pero difieren en el rango y extensión de otros beneficios que ellas pueden otorgar.

BLOQUES

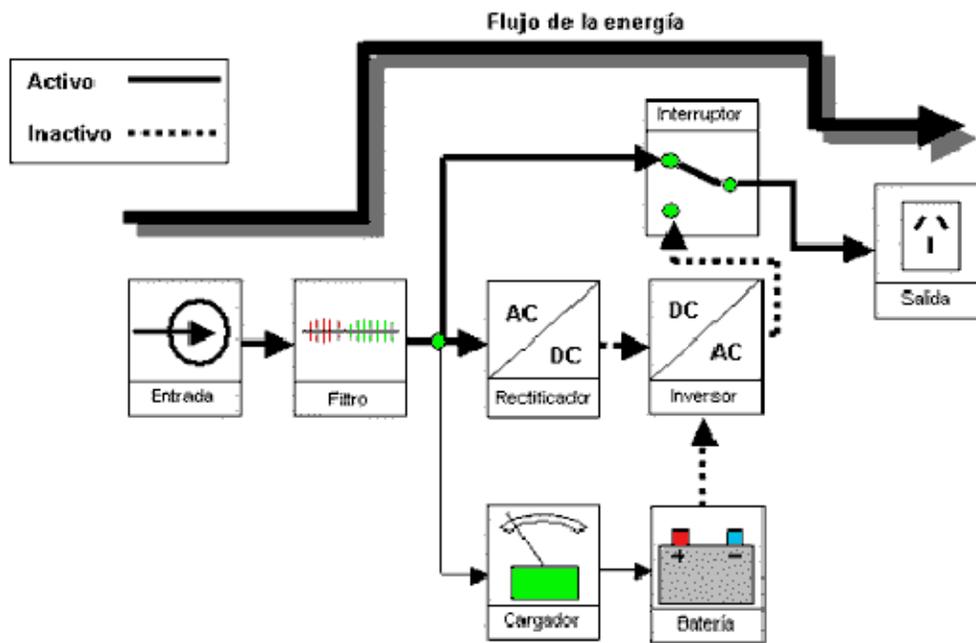
- La sección de entrada
- Un filtro.
- Inversor.
- Batería
- Un circuito cargador
- Interruptor,
- Salida,
- Comunicador,
- Controles, etc.



CAPÍTULO 6 PROTECCIÓN CONTRA SOBRECORRIENTES Y CORTO CIRCUITO

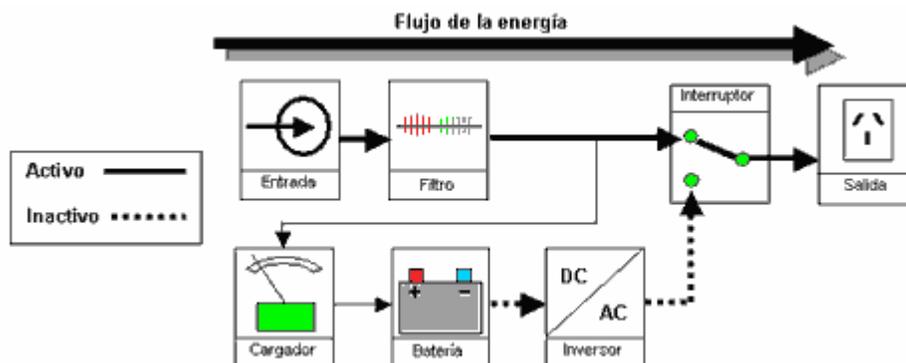
UPS ON-LINE Y OFF-LINE

On -Line: Si el 100% de la corriente de la carga es normal y permanentemente suministrado por el inversor la UPS es del tipo On-Line.

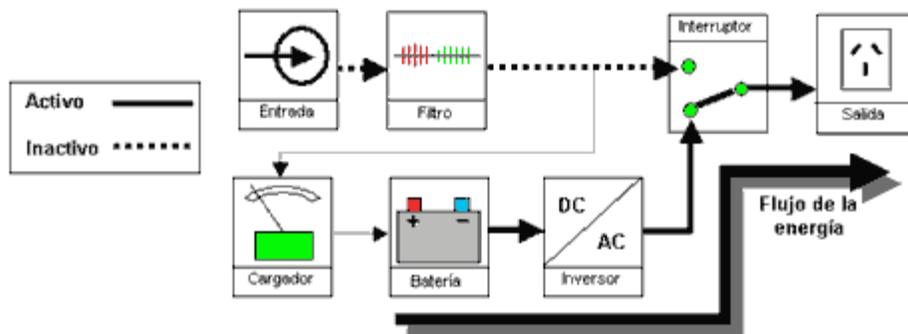


UPS On-Line / Funcionamiento en modo Bypass

Off-Line: Si la corriente de la carga es normalmente suministrada directamente por la línea, la UPS es del tipo Off-Line



Durante caídas de la tensión de entrada, que se prolonguen por minutos horas ó días, una UPS Stand-By conmutará a modo inversor, descargando la batería. Se puede comparar la operación de una UPS Stand-By, con la Figura 2 de una UPS verdaderamente On-Line.



Protección de un UPS

1. Falta total del suministro por períodos prolongados (cortes).
2. Falta total del suministro por períodos muy breves (microcortes)
3. Baja o muy baja tensión de la energía suministrada en forma permanente.
4. Baja o muy baja tensión de la energía suministrada en forma intermitente.
5. Alta o muy alta tensión de la energía suministrada en forma permanente.
6. Alta o muy alta tensión de la energía suministrada en forma intermitente.
7. Sobre tensiones muy elevadas y de muy corta duración (picos transitorios).
8. Componentes espúreos de baja, media ó alta frecuencia (ruidos eléctricos).
9. Caídas muy abruptas y breves de la tensión de suministro.
10. Deformación de la forma de onda de la energía utilizada (distorsión).



Ejemplo:

Considere el caso de una UPS de 1000 VA. El usuario quiere alimentar 9 lámparas incandescentes de 100 Watts (total 900Watts). Las lámparas tienen un consumo de 900 W ó 900 VA, ya que su factor de potencia es 1. Aunque el consumo en VA de la carga es de 900 VA, lo cual está dentro de las características de la UPS, el equipo no podrá soportar esa carga. Esto se debe a que el consumo de 900Watts supera la potencia en Watts de la UPS, que es aproximadamente el 60% de los 1000VA de la especificación, es decir 600 Watts.

En busca de la potencia adecuada para una UPS

Las etiquetas o placas de datos de los equipos están frecuentemente en VA, lo cual hace dificultoso conocer el consumo en Watts. Si usamos los valores especificados en las placas de los equipos, podríamos configurar un sistema aparentemente correcto, basado en el consumo en VA, pero que sobrepase la potencia en Watts de la UPS.

Al determinar el valor de la carga del sistema, debemos cuidar que ésta no exceda el 60% de la potencia en VA de la UPS, ya que así es imposible exceder la potencia en Watts de la UPS. Por lo tanto a menos que se tenga seguridad sobre el consumo en Watts de la carga, la manera más segura de proceder, es mantener la suma de los valores de los consumos por debajo del 60% de la potencia en VA de la UPS.



Dimensionamiento según necesidades específicas de los

Para determinar la capacidad adecuada que debe tener una UPS para responder en forma óptima a un conjunto específico de equipos es aconsejable seguir un orden para realizar el cálculo y elegir en forma correcta. Para esto se utiliza una tabla de datos de abajo y se siguen los siguientes pasos:

Ejemplo del cálculo de la potencia requerida

Equipos protegidos	Volts	Amperes	VA (VoltsxAmperes)
Computadoras	230V	2,0A	460VA
MODEM	230V	0,2A	46VA
Central telefónica	230V	3,5A	805VA
Monitor	230V	1,0A	230VA
Subtotal			1.541VA
Factor de Crecimiento (25% del total)			385VA
VA Requeridos			1.926VA (1,926KVA)

1. Hacer una lista de todos los equipos que serán protegidos por la UPS en la columna "Equipo Protegidos" de la tabla.
2. Leer la placa de características de cada uno de los equipos listados en el paso 1 y trasladar los valores allí indicados, en "Volts" y en "Amperes", a las columnas correspondientes de la tabla.
3. Multiplicar el voltaje y el amperaje de cada equipo y colocar el resultado en la columna "VA".

Algunos equipos, como microcomputadores, pueden estar marcados con un consumo de potencia medido en Watts.



Para convertir esa lectura a VA, simplemente hay que dividir por 0,7(para un factor de potencia=0,7) ó multiplicar por 1,43.

4. Sumar los valores de la columna VA y poner el resultado en la celda "Subtotal".
5. Multiplicar el valor resultante del paso 4 por 0,25 u otro valor dependiendo de los planes de crecimiento, e ingresar ese valor en la celda "Factor de Crecimiento". Este cálculo toma en consideración un futuro crecimiento del sistema. Las computadoras modernas están diseñadas para ser expandidas, y éste paso es recomendado para hacerlo posible.
6. Sumar los valores de "Factor de Crecimiento" y "Subtotal" para obtener los "VA Requeridos".
7. Seleccionar la UPS apropiada, eligiendo un modelo cuya capacidad en VA sea al menos tan grande como el valor obtenido en el paso 6 en la casilla "VA Requeridos".

Son muchos los factores que se deben tener en consideración al momento de adquirir uno de estos sistemas de respaldo y como, en todo orden de magnitud, se trata de una inversión, debe ser evaluada y estudiada como tal; por ende, las características que deben poseer dependen directamente del sistema que se quiera proteger, esto es:

- su carga crítica,
- si se trata de una red, y de ser así si es LAN o WAN,
- del nivel de inteligencia que se requiera, ya que puede que simplemente se necesite que se salve todo y se apague, o, si se trata por ejemplo, de la red de un Banco, se necesite realizar procedimientos más complejos, como, por ejemplo informar al resto de las sucursales.



Otro punto importante es distinguir claramente las funciones específicas de una UPS, de este modo se puede evitar confundirla, por ejemplo, con un simple estabilizador de voltaje o con un generador de energía.

A pesar de que se haya calculado en forma adecuada la potencia necesaria para el funcionamiento de la UPS, con un determinado sistema computacional, existen otras variables, no menos importantes a considerar, que sin embargo influirán en la capacidad efectiva ofrecida por la UPS. Dentro de estas variables se encuentran por ejemplo la altura sobre el nivel del mar, la temperatura, humedad, y en general, las condiciones ambientales y el estado de las instalaciones eléctricas, tanto a la entrada como a la salida de la UPS.

6.5 SELECCIÓN DE LA PROTECCIÓN CONTRA SOBRECORRIENTES

6.5.1 Principio de la protección contra sobrecorrientes

- Un dispositivo de protección debe ser instalado en cada punto donde exista una reducción de la *Corriente admisible del circuito* $Z I$ (una reducción de la sección del cable, una reducción debida al tipo de instalación o al tipo de cable, etc.), en particular en el origen de cada circuito.
- El dispositivo de protección debe permitir el flujo de la corriente de diseño del circuito protegido $B I$ en forma indefinida.
- El dispositivo debe interrumpir las sobrecorrientes en un tiempo menor al dado por la característica térmica del cable.



- El dispositivo debe tener una Capacidad de Interrupción o Poder de Interrupción corriente de cortocircuito presumida en el punto donde se instale el mismo.
- El uso de dispositivos de protección con una Capacidad de Interrupción menor a la corriente de cortocircuito presumida en el punto de instalación es permitido por la norma IEC cuando se utiliza el concepto de *Filiación* que veremos en el punto de *Coordinación de Protecciones*.

6.5.2 Método práctico de selección de dispositivos de protección contra sobrecorrientes según norma IEC

a) Protección contra sobrecargas

Se deben verificar las dos condiciones siguientes:

- 1) $I_B \leq I_n \leq I_Z$
- 2) $I_2 \leq 1.45 \cdot I_Z$

Donde:

I_B Corriente de diseño del circuito.

I_n Corriente nominal del dispositivo de protección, en el caso de que el dispositivo sea con relé térmico regulable debe ser la Corriente de ajuste $r I$.

I_Z Corriente admisible del circuito.

I_2 Corriente convencional de actuación del dispositivo, en el caso de un fusible será la Corriente convencional de fusión I_2

Protección contra sobrecargas con interruptores automáticos



En el caso de los interruptores automáticos que cumplen con la norma IEC se cumple:

$$I = 1.3 \times I_n \quad \text{Para los interruptores de uso industrial IEC 60947-2.}$$

$$I_n = 1.45 \times I_2 \quad \text{Para los interruptores de uso doméstico IEC 60898.}$$

Por lo que la única condición que se debe verificar en este caso es:

$$I_B \leq I_n \leq I_2$$

Protección contra sobrecargas con dispositivos fusibles tipo gG

En el caso de los dispositivos fusibles que cumplen con la norma IEC se cumple:

$$I_f = k_1 \times I_n$$

Por lo tanto las condiciones a verificar en este caso son:

$$I_B \leq I_n \leq k_2 \times I_2$$

Donde los valores de k_1 y k_2 según la corriente nominal son los de la tabla siguiente:

Corriente nominal del fusible	K_1	K_2
$I_n \leq 4A$	2.1	0.69
$4A \leq I_n \leq 16A$	1.9	0.76
$16A \leq I_n$	1.6	0.90

b) Protección contra cortocircuitos



Se deben verificar las dos condiciones siguientes:

1) $PdC \geq I''_{kMAX}$

2) $(I^2t) \leq K^2S^2$

$(I^2t) \leq K^2S^2$

Donde,

PdC Capacidad de interrupción en cortocircuito del dispositivo de protección en kArms.

I''_{kMAX} Corriente de cortocircuito máxima presumida en el punto de instalación del dispositivo en kArms, generalmente corresponde a la corriente de cortocircuito trifásico en bornes de salida del dispositivo de protección.

(I^2t) Energía específica que el dispositivo de protección deja pasar en caso de cortocircuito en A^2s .

K^2S^2 La energía que puede absorber el cable en régimen adiabático.

S Sección del cable o conductor en mm^2 .

K Factor que queda depende del material del conductor y de su aislamiento, en la tabla siguiente se dan los valores para los cables usuales.

$$K \left(\frac{As^{1/2}}{mm^2} \right)$$



Material conductor	PVC	XLPE
Cobre	115	143
Aluminio	76	94

Verificación de la condición 2)

La condición 2) debe cumplirse a lo largo de todo el cable protegido por el dispositivo. En la práctica para interruptores automáticos es suficiente con verificar las dos condiciones siguientes:

$$(I^2t) \leq K^2 S^2$$

Verificar la condición anterior para la corriente de cortocircuito máxima, generalmente es la correspondiente a un cortocircuito trifásico en el origen del circuito protegido.

$$I''_{KMIN} \geq I_m$$

Verificar la condición anterior para la corriente de cortocircuito mínima, generalmente es la correspondiente a un cortocircuito fase-neutro (o bifásico en el caso de que el neutro no sea distribuido) en el extremo del cable.

Donde,

I''_{KMIN} Es la corriente de cortocircuito mínima en el circuito protegido.



I_m Es el ajuste de corriente de disparo instantáneo del relé magnético del interruptor.

Observación: La segunda condición impone un largo máximo para los conductores, ya que superada una cierta longitud límite la corriente de cortocircuito mínima en el extremo del cable será menor que la corriente de ajuste del disparo magnético del interruptor.

6.6 COORDINACIÓN DE PROTECCIONES

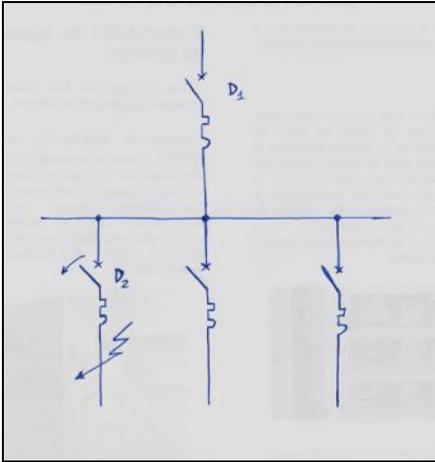
La coordinación se aplica a dos dispositivos de protección contra sobrecorrientes conectados en serie en una distribución eléctrica, cuando aparece una sobrecarga o un cortocircuito aguas abajo del dispositivo más alejado de la fuente.

Definiremos dos conceptos en la coordinación de protecciones:

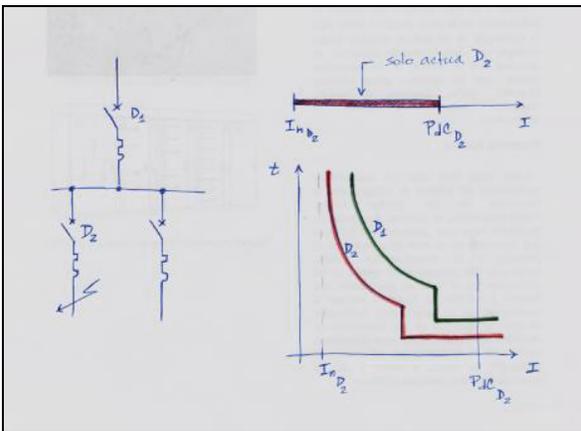
- Selectividad
- Filiación

a) Selectividad

Selectividad: es la coordinación de las protecciones contra sobrecorrientes tal que frente a un defecto producido en un punto cualquiera de la instalación, sea eliminado por el dispositivo de protección situado inmediatamente por encima del defecto y sólo por él, asegurando la continuidad del servicio del resto de la instalación.



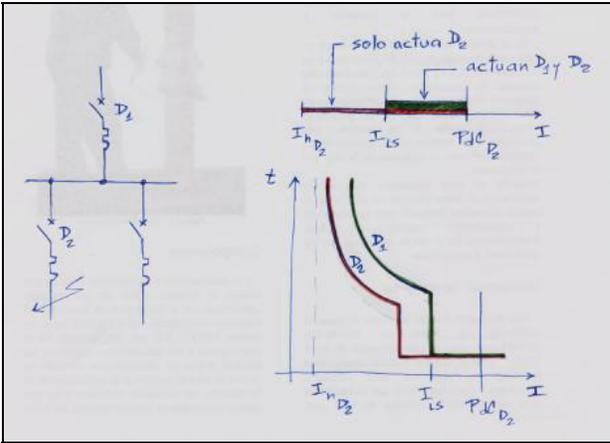
Selectividad total: la selectividad entre dos dispositivos D1 y D2 es total, si para cualquier corriente en el circuito protegido por D2 (sobrecarga o cortocircuito hasta el PdC del dispositivo D2), sólo opera el dispositivo D2.



Selectividad parcial: la selectividad entre dos dispositivos D1 y D2 es parcial cuando sólo opera el dispositivo D2 para una corriente $< ILS$ (corriente límite de selectividad), y en el caso de corrientes $\geq ILS$ operan ambos dispositivos D1 y D2.



CAPÍTULO 6 PROTECCIÓN CONTRA SOBRECORRIENTES Y CORTO CIRCUITO



Tablas de selectividad entre interruptores

Los proveedores entregan tablas que permiten determinar la selectividad entre los distintos modelos de una misma marca de interruptores ubicados aguas arriba y aguas abajo.

En las tablas se indican en las filas los modelos y las corrientes nominales de la unidad de disparo térmico de los interruptores ubicados aguas abajo y en las columnas los modelos y las corrientes nominales de las unidades de disparo térmico de los interruptores ubicados aguas arriba.

En la intersección de filas y columnas las tablas indican para cada asociación de dos interruptores en serie:

- Cuando la selectividad es total en el punto de intersección lo indican con una T.
- Cuando la selectividad es parcial, en el punto de intersección se indica el valor de corriente límite (ILS) para el que la selectividad está asegurada, para corrientes superiores disparan ambos interruptores.



PROTECCIÓN DE UN SITE CONTRA VARIACIONES EN
EL SUMINISTRO DE ENERGIA

**CAPÍTULO 6 PROTECCIÓN CONTRA
SOBRECORRIENTES Y CORTO CIRCUITO**



Los valores indicados en las tablas son garantizados con determinadas condiciones en las regulaciones de los interruptores aguas arriba.

En la tabla siguiente, se puede ver que por ejemplo si se instala un interruptor modelo NS100N de 100 A en serie con otro interruptor aguas abajo modelo C60N de 32 A la selectividad es parcial y la corriente límite de selectividad es 0.8 kA. Sin embargo si se instala un interruptor modelo NS160N de 100 A en serie con otro interruptor aguas abajo modelo C60N de 32 A la selectividad es total.



CAPÍTULO 6 PROTECCIÓN CONTRA SOBRECORRIENTES Y CORTO CIRCUITO

Compact - Interpact : complementos técnicos

selectividad de las protecciones (continuación)

aguas arriba : Compact NS
aguas arriba : Multi 9

aguas abajo	aguas arriba cal. (A)	NS100N/H/L unidad de disparo TM-D						NS160N/H/L unidad de disparo TM-D			
		16	25	40	63	80	100	80	100	125	160
DPNN	≤ 10	0,19	0,3	0,5	0,5	0,63	0,8	T	T	T	T
curva B-C-D	15		0,3	0,5	0,5	0,63	0,8	T	T	T	T
	20			0,5	0,5	0,63	0,8	T	T	T	T
	25				0,5	0,63	0,8	T	T	T	T
	32				0,5	0,63	0,8	T	T	T	T
	32					0,5	0,63	0,8	T	T	T
XC40 curva B-C	≤ 10	0,19	0,3	0,5	0,5	0,63	0,8	4	5	5	5
	15		0,3	0,5	0,5	0,63	0,8	4	5	5	5
	20			0,5	0,5	0,63	0,8	4	5	5	5
	25			0,5	0,5	0,63	0,8	4	5	5	5
	32				0,5	0,63	0,8	4	5	5	5
	38-40				0,5	0,63	0,8	4	5	5	5
C60a curva C	≤ 10	0,19	0,3	0,5	0,5	0,63	0,8	T	T	T	T
	16		0,3	0,5	0,5	0,63	0,8	T	T	T	T
	20			0,5	0,5	0,63	0,8	T	T	T	T
	25			0,5	0,5	0,63	0,8	T	T	T	T
	32				0,5	0,63	0,8	T	T	T	T
	40				0,5	0,63	0,8	T	T	T	T
C60N curva B-C-D	≤ 10	0,19	0,3	0,5	0,5	0,63	0,8	T	T	T	T
	16		0,3	0,5	0,5	0,63	0,8	T	T	T	T
	20			0,5	0,5	0,63	0,8	T	T	T	T
	25			0,5	0,5	0,63	0,8	T	T	T	T
	32				0,5	0,63	0,8	T	T	T	T
	40				0,5	0,63	0,8	T	T	T	T
	50					0,63	0,8	T	T	T	T
	63						0,8	T	T	T	T
C60H curva C	≤ 10	0,19	0,3	0,5	0,5	0,63	0,8	T	T	T	T
	16		0,3	0,5	0,5	0,63	0,8	T	T	T	T
	20			0,5	0,5	0,63	0,8	T	T	T	T
	25			0,5	0,5	0,63	0,8	T	T	T	T
	32				0,5	0,63	0,8	T	T	T	T
	40				0,5	0,63	0,8	T	T	T	T
	50					0,63	0,8	T	T	T	T
	63						0,8	T	T	T	T
C60L curva B-C curva K curva Z	≤ 10	0,19	0,3	0,5	0,5	0,63	0,8	T	T	T	T
	16		0,3	0,5	0,5	0,63	0,8	T	T	T	T
	20			0,5	0,5	0,63	0,8	T	T	T	T
	25			0,5	0,5	0,63	0,8	T	T	T	T
	32				0,5	0,63	0,8	15	T	T	T
	40				0,5	0,63	0,8	15	T	T	T
NC100H curva B-C	50					0,63	0,8	2,5	2,5	2,5	2,5
	63						0,8		2,5	2,5	2,5
	80									2,5	2,5
	100										2,5
NC100H curva D	50					0,63	0,8	2,5	2,5	2,5	2,5
	63						0,8		2,5	2,5	2,5
	80									2,5	2,5
	100										2,5
NC100LH curva C	≤ 16			0,5	0,5	0,63	0,8	T	T	T	T
	20			0,5	0,5	0,63	0,8	T	T	T	T
	25				0,5	0,63	0,8	T	T	T	T
	32				0,5	0,63	0,8	T	T	T	T
	40					0,63	0,8	T	T	T	T
	50					0,63	0,8	T	T	T	T
NC125H curva C	125						0,8		T	T	T

Nota : el límite de selectividad está expresado en kA



b) Filiación

Como se indicó anteriormente, en la actualidad muchos interruptores automáticos son limitadores de corriente y de energía, lo que permite coordinar interruptores utilizando el concepto de Filiación.

La norma IEC de instalaciones de baja tensión admite instalar un interruptor (D2) con una capacidad de interrupción última (I_{cu}) menor al valor de la máxima corriente de cortocircuito presumida en el punto de instalación, con la condición de que otro interruptor (D1) instalado aguas arriba cumpla las siguientes condiciones:

- Tenga una capacidad de interrupción última mayor o igual a la máxima corriente de cortocircuito presumida en el punto donde esté instalado.

$$I_{cu} \geq I''_{KMAX}$$

- Las características de ambos interruptores estén coordinadas de forma tal que la energía específica que dejan pasar los mismos no sea mayor a la que puede resistir sin sufrir daño el interruptor instalado aguas abajo (D2) y los cables protegidos por estos interruptores.

Este concepto de coordinación de protecciones se denomina Filiación.

Dado que la corriente es limitada en todo el circuito controlado por el interruptor limitador, la filiación es aplicable a todos los interruptores instalados aguas abajo, no quedando restringida sólo a dos interruptores consecutivos.



La filiación está muy asociada a la tecnología de los interruptores y sólo puede ser garantizada con ensayos de laboratorio, por lo que cada proveedor entrega tablas que permiten seleccionar los interruptores aplicando el concepto de filiación.

6.7. PRINCIPALES CONDICIONES A CUMPLIR EN LA INSTALACIÓN SECCIONAMIENTO

Todo circuito debe poder ser seccionado en cada uno de sus conductores activos, incluido el neutro. Si las condiciones de servicio lo permite el seccionamiento de un grupo de circuitos puede ser realizado por un único dispositivo.

Deben ser previstas medidas adecuadas para impedir una energización intempestiva de cualquier circuito eléctrico. Estas medidas pueden ser por ejemplo: enclavamiento de los dispositivos de seccionamiento con candado o carteles de advertencia.

El seccionamiento debe ser realizado preferiblemente por un dispositivo multipolar que corte todos los polos de la alimentación respectiva, pero en caso de utilizar dispositivos unipolares en circuitos con neutro la desconexión del neutro nunca debe ser realizada antes que los conductores de fase y su conexión siempre debe realizarse antes o al mismo tiempo que los conductores de fase.

6.7.1 Comando

Comando funcional: un dispositivo de comando funcional debe ser previsto para cada circuito eléctrico o parte de un circuito que requiera ser comandado independientemente de otras partes de la instalación.



Los dispositivos de comando funcional no requieren necesariamente comandar todos los conductores activos del circuito. No se deben instalar dispositivos de comando unipolares en el conductor de neutro.

Comando de emergencia: deben ser previstos dispositivos de comando de emergencia para cualquier parte de la instalación en la que pueda ser necesario desconectar la alimentación con el fin de suprimir rápidamente un peligro inesperado. Los dispositivos de comando de emergencia, deben actuar en lo posible directamente sobre los conductores de alimentación correspondientes, y deben asegurar que una única acción sea suficiente para cortar la alimentación.

Estos dispositivos deben ser claramente identificados y fácilmente accesibles.

6.7.2 Protección

Debe instalarse un dispositivo de protección contra las corrientes de sobrecarga y cortocircuito para todos los conductores de fase de un circuito eléctrico. Si la desconexión de una sola fase puede causar daños, como por ejemplo en el caso de los motores trifásicos, se recomienda utilizar dispositivos de protección multipolares.

En los circuitos con neutro, cuando la sección del conductor de neutro sea igual o equivalente a la sección de los conductores de fase del circuito protegido, no es necesario instalar protección contra sobrecorrientes en el conductor de neutro. Cuando la sección del conductor de neutro es inferior a la de los conductores de fase del circuito se debe instalar dispositivo de protección contra sobrecorrientes en el conductor de neutro adecuada a la sección del mismo.



Se prohíbe instalar dispositivos unipolares de protección contra sobrecorrientes en el conductor de neutro.

6.7.3 Ubicación de los dispositivos de protección contra sobrecargas

La norma IEC de instalaciones de baja tensión indica que se debe instalar un dispositivo de protección contra sobrecargas en los puntos donde un cambio de sección, de naturaleza, de modo de instalación o de constitución cause una reducción en el valor de la corriente admisible de los conductores del circuito.

Como regla general, los dispositivos de protección contra sobrecargas se instalan en el origen de cada circuito, en el interior de los tableros eléctricos de distribución.

No obstante, la norma admite instalar el dispositivo de protección contra sobrecargas a lo largo del circuito protegido, si la parte del conductor comprendida entre, el punto donde ocurre el cambio y el punto donde se instale el dispositivo de protección, no tiene circuitos derivados, ni tomacorrientes y cumple una de las condiciones siguientes:

- Su longitud no supera los 3 m, está instalada de forma de reducir al mínimo el riesgo de cortocircuito, y no está ubicada en la proximidad de materiales combustibles.
- Está protegida contra las corrientes de cortocircuito por un dispositivo ubicado aguas arriba de donde se produce la reducción.



La norma IEC de instalaciones de baja tensión admite no instalar dispositivo de protección contra sobrecargas, siempre que los circuitos no estén ubicados en locales que presenten riesgos de incendio o de explosión, y en los siguientes casos:

- i. Un conductor situado aguas abajo de un cambio de sección, de naturaleza, de modo de instalación o de constitución, si el mismo está efectivamente protegida contra las corrientes de sobrecarga por un dispositivo instalado aguas arriba.
- ii. Un conductor que no pueda estar sometido a corrientes de sobrecarga, con la condición de que esté protegido contra las corrientes de cortocircuito y que no tenga circuitos derivados ni tomacorrientes.
- iii. Circuitos de comando, señalización y análogos.

El caso i) ocurre, por ejemplo, cuando tenemos un circuito protegido contra corrientes de sobrecarga, con conductores cuya sección S_1 fue determinada por el criterio de caída de tensión, y una derivación con conductores tienen una sección $S_2 < S_1$ que están efectivamente protegidos contra sobrecargas por el dispositivo aguas arriba.

El caso ii) ocurre cuando se alimenta un receptor que ya está individualmente protegido contra sobrecargas, como por ejemplo un motor protegido con relé o sonda térmica.

6.7.4 Ubicación de los dispositivos de protección contra cortocircuitos

La norma IEC de instalaciones de baja tensión indica que se debe instalar un dispositivo de protección contra cortocircuitos en los puntos donde un cambio cause una reducción en el valor de la corriente admisible de los conductores del



circuito. Como regla general, los dispositivos de protección contra cortocircuitos se instalan en el origen de cada circuito, en el interior de los tableros eléctricos de distribución.

No obstante, la norma admite instalar el dispositivo de protección contra cortocircuitos a lo largo del circuito protegido, si la parte del conductor comprendida entre, el punto donde ocurre el cambio y el punto donde se instale el dispositivo de protección cumple una de las condiciones siguientes:

- Su longitud no supera los 3 m, está instalada de forma de reducir al mínimo el riesgo de cortocircuito, y no está ubicada en la proximidad de materiales combustibles.
- Está protegida contra las corrientes de cortocircuito por un dispositivo ubicado aguas arriba de donde se produce la reducción.



CAPÍTULO 7 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Recomendaciones Finales

En general se debe tomar en cuenta:

SEGURIDAD FÍSICA

En la situación actual existe protección inadecuada. Dentro de los puntos más importantes que se deben cubrir se encuentran los siguientes: Ubicación física y disposición del centro de cómputo. Instalaciones físicas del centro de cómputo. Control de acceso físico. Aire acondicionado. Instalación eléctrica. Riesgo de inundación. Protección, detección y extinción de incendios. Mantenimiento.

UBICACIÓN FÍSICA Y DISPOSICIÓN DEL CENTRO DE CÓMPUTO

La selección de la ubicación del centro de cómputo debe realizarse buscando la parte más conservadora y clandestina, la cual debe estar lejos del área del tránsito de gran escala, tanto terrestre como aéreo; también lejos de equipos eléctricos tales como radares y equipos de microondas, etc. El objetivo es mantenerlo tan lejos como se pueda de cualquier tipo de amenaza. En la medida de lo posible, el centro de cómputo no debe de contener señal alguna que lo identifique como tal ante la gente externa. Incluso se recomienda que el sistema de cómputo sea construido en un edificio separado, de forma que facilite el control de acceso y disminuya el riesgo



Aire acondicionado

En todas las instalaciones existen grandes problemas con el aire acondicionado; el riesgo que éste implica es doble: El aire acondicionado es indispensable en el lugar donde la computadora trabaja; las fluctuaciones o los desperfectos de consideración pueden ocasionar que la computadora tenga que ser apagada. Las instalaciones de aire acondicionado son una fuente de incendios muy frecuente, y también son muy susceptibles al ataque físico, especialmente a través de los ductos. Para el equipo de cómputo o algún otro equipo delicado cuyas tolerancias en las variaciones en Los voltajes son mínimas para su adecuado funcionamiento, se requiere contar con un regulador de voltaje .El regulador está diseñado para trabajar en un rango de voltaje determinado: si el voltaje que recibe de la compañía suministradora es regular, lo deja pasar hacia la carga, pero si llega con variaciones que están dentro de sus límites de operación, lo eleva o disminuye para dar como salida un voltaje constante que alimenta a la carga siempre y cuando el voltaje de entrada no rebase las tolerancias establecidas por el fabricante del regulador. En el mercado existen reguladores que aceptan un voltaje de entrada entre 95y 145 volts y dan como salida un voltaje de 115 volts, además de que cuentan con un sistema que los desactiva automáticamente en caso de un sobre voltaje.

Sistema de corriente ininterrumpida.

Es un almacén entre una fuente de energía y una carga que requiere energía precisa sin interrupciones, la cual tiene las siguientes funciones: Regular la cantidad de energía eléctrica que llega al equipo de procesamiento de datos. Proporcionar energía eléctrica continua en caso de ocurrir una falla en el



suministro de la misma por parte de la compañía encargada de ello (el tiempo en el que el sistema de corriente ininterrumpida proporcione energía depende de la capacidad de las baterías y de la carga que tiene que alimentar). En el caso de que exista una planta generadora de energía, esto le dará tiempo para que alcance su carga plena.

CORRIENTE REGULADA

Se pueden considerar los tres tipos de sistemas de corriente ininterrumpida: Básico. Es el que proporciona energía a un número limitado de dispositivos incluyendo la unidad de procesamiento y los controladores de los medios de almacenamiento. El sistema funciona por unos minutos; si la energía no regresa en un tiempo específico, debe salvarse la información y apagar el equipo.

Completo. El sistema de corriente ininterrumpida completo permite que el equipo opere en forma oportuna y ordenada. Requiere que el procesador y los controladores de los medios de almacenamiento estén conectados a él. Redundante. El tipo redundante utiliza un sistema de corriente ininterrumpida adicional en caso de que el sistema principal falle. Se utiliza sólo para centros que requieren de gran seguridad, ya que es muy difícil que un sistema de corriente ininterrumpida falle; sin embargo, representa un alto costo el tener dos sistemas funcionando.

Las baterías no deben descargarse a un voltaje menor al mínimo recomendado por el proveedor y deben localizarse en un cuarto separado y ventilado, sobre todo si el sistema está operando cerca de sus límites de temperatura. Cuando se selecciona el lugar del sistema de corriente ininterrumpida deben satisfacerse algunos factores, entre los que se encuentran: Temperatura de las baterías. Las



baterías deben instalarse en un ambiente frío y seco con ninguna fuente de calor radiante. La temperatura ambiente de diseño para éstas es generalmente más baja que la temperatura mínima aceptable para el sistema de corriente ininterrumpida, así que debe regularse lo más cerca posible, tomando en cuenta que las temperaturas más bajas afectan su capacidad y las más altas afectan su vida. Ventilación. El proveedor del sistema de corriente ininterrumpida especifica la salida de calor y establece el uso de ductos o ventiladores; en su caso, determina también la altura que debe existir. Nivel de acústica. El proveedor indica los niveles ambientales típicos del sistema de corriente ininterrumpida, no dependiendo únicamente del ruido generado, sino también de factores tales como absorción y reflexión de paredes. Seguridad. La seguridad del área de baterías es importante debido a la alta energía disponible por el ácido o los electrolitos. Es recomendable poner las baterías en un cuarto separado con llave, contar con un lavabo y una regadera para cualquier accidente, además de tener un agente neutralizante cerca, así como una fuente de agua y una coladera en el piso para que se desalojen los electrolitos en caso de que se derramen. El personal debe contar con ropa de protección adecuada. Capacidad de carga del piso. El piso del lugar donde se ubica el sistema de corriente ininterrumpida y las baterías puede requerir consideraciones estructurales especiales, que son determinadas por el proveedor. Accesibilidad. Se debe considerar el movimiento del equipo a la instalación.

Planta generadora de energía.

Dentro de las instalaciones eléctricas de un centro de cómputo se debe considerar la necesidad de contar con una planta generadora de energía para obtener una mayor seguridad tanto en los procesos operativos, como en las instalaciones físicas y en los equipos eléctricos.



La planta generadora de energía es un dispositivo que convierte energía mecánica en energía eléctrica mediante la rotación de bobinas dentro de un campo magnético.

Componentes. La mayoría de las instalaciones incluye un generador para satisfacer las necesidades de energía de un edificio o de un circuito de emergencia determinado. Algunas veces se cuenta con dos o más generadores para diferentes tipos de cargas o en otros casos se tienen dos generadores para alimentar la misma carga. En un centro de cómputo se requiere un generador exclusivo para el equipo de cómputo, sus periféricos y el aire acondicionado del centro, y un generador más para iluminación de emergencia, el elevador y otras cargas requeridas para el desalojo de la instalación, principalmente.

Sistema de conexión a tierra.

La finalidad de un sistema de protección es prevenir fallas a tierra en el propio diseño, instalación, operación y mantenimiento de sistemas y equipos eléctricos. Sin embargo, la probabilidad de fallas a tierra o accidentes puede existir en la instalación eléctrica. Por tal razón, la protección debe proporcionar seguridad sobre las fallas a tierra que puedan ocurrir.

La protección para sistemas eléctricos requiere de: Equipo protector de circuitos. Existen diferentes tipos de protección de circuitos. Algunos de los más comunes son los fusibles, los cortos circuitos con series, y el equipo interruptor de circuitos para dispositivos. La selección y aplicación de un equipo protector de circuitos requiere de un análisis detallado de cada sistema y del circuito a ser protegido, incluyendo el sistema y equipo de conexión a tierra. Sistema y equipo a tierra. Un sistema a tierra pertenece a la forma en la cual un conductor de circuito de un



sistema es intencionalmente conectado a tierra, o a algún cuerpo conductor el cual es efectivamente conectado a tierra o sustituido en lugar de tierra. El equipo a tierra es la unión de todos los circuitos conductores de cada circuito del equipo con los conductores del equipo a tierra.

Es un sistema de conductores que proporcionan una vía de retorno de baja resistencia para corrientes de fuga y falla. Por tal razón, el sistema de conexión a tierra previene y protege contra peligros de choque eléctrico. El conductor a tierra en el cable de derivación de tres alambres de un sistema de distribución de energía es de suma importancia para la seguridad eléctrica. Las conexiones eléctricas del conductor a tierra, su condición y su capacidad de carga de corriente son factores importantes en el suministro de una vía de baja resistencia para corrientes de fuga y falla. En general, todo equipo eléctrico genera corriente de fuga. Normalmente la magnitud de esta corriente de fuga es demasiado pequeña para considerarse peligrosa.

Recomendaciones en la instalación.

Algunas recomendaciones para la instalación eléctrica en un centro de cómputo son las siguientes: El voltaje debe mantenerse dentro del rango establecido para la operación del equipo. Las variaciones en el voltaje no deben exceder 10% del voltaje nominal y debe regresar al rango normal de voltaje en menos de $\frac{1}{2}$ segundo. La variación de voltaje entre fases no tendrá que ser mayor del 2.5% de la media aritmética de las tres fases. Por ejemplo, se tiene una fase con 124V. otra con 120V y otra con 121V. La media aritmética de las tres es 121.666V, el 2.5% es 3.04V, la variación entre las tres fases no excede este porcentaje. La frecuencia de la línea debe mantenerse dentro de 0.2 Hz Si se trabaja a 60 Hz, la frecuencia no debe ser menor de 59.8 Hz ni mayor a 60.2 Hz. El contenido máximo de



armónicos del voltaje de la fuente de alimentación del equipo no debe exceder el 5 % cuando el equipo esté en operación. La acometida de energía eléctrica que alimente al equipo de cómputo debe ser independiente y no se le conectará ninguna otra carga, con el objeto de evitar interferencias.

Protección, detección y extinción de incendios

La protección contra fuego es lograda de una mejor manera a través de una correcta construcción del edificio (el cual debe procurarse que sea resistente al fuego). Sin embargo, siempre habrá materiales combustibles y equipo dentro del edificio, así que es necesario asegurar que el equipo contra incendio esté disponible de forma inmediata y que se pueda controlar el fuego con relativa facilidad. Elementos necesarios que se consideran sobresalientes: Las paredes del área del equipo de cómputo deben de ser de material incombustible. Si el área del equipo de cómputo tiene una o más paredes exteriores adyacentes a un edificio que sea susceptible de incendio, la instalación de ventanas irrompibles mejorará la seguridad. El techo falso debe de ser de material incombustible o resistente al fuego. Todas las canalizaciones y materiales aislantes deben ser de materiales incombustibles y que no desprendan polvo. El piso falso instalado sobre el piso real debe ser incombustible. El techo de la sala y el área de almacenamiento de discos y cintas magnéticos deben ser impermeables. Debe preverse un sistema de drenaje en el piso firme. Los detectores de fuego y humo se deben colocar cuidadosamente en relación con los aparatos de aire acondicionado, ya que los conductores de éste pueden difundir el calor o el humo y no permitir que se active el detector. El detector de humo que se elija debe ser capaz de detectar los distintos tipos de gases que desprendan los cuerpos en combustión. Algunos no detectan el humo o el vapor que proviene del plástico quemado que se usa como aislante en electricidad y, en consecuencia, los



PROTECCIÓN DE UN SITE CONTRA VARIACIONES EN
EL SUMINISTRO DE ENERGIA

**CAPÍTULO 7 CONCLUSIONES Y
RECOMENDACIONES**



incendios producidos por un cortocircuito tal vez no se detecten. Los detectores de humo y el calor se deben instalar en la sala de cómputo, junto a las áreas de oficina y dentro del perímetro físico de las instalaciones. Es necesario colocar detectores de humo y calor bajo el piso y en los ductos del aire acondicionado. Las alarmas contra incendios deben estar conectadas con la alarma central del lugar, o bien directamente al departamento de bomberos. Es importante que estos requerimientos no sólo se apliquen en la construcción de la sala de cómputo, sino también en las áreas adyacentes. Se debe asegurar que los recursos que se ofrecen satisfagan los estándares mínimos de la Asociación de Seguros contra incendios. La documentación de los sistemas, la programación y las operaciones también necesitan protección contra incendios. La destrucción de esta documentación puede imposibilitar el uso de programas o archivos de respaldo. Se deben establecer procedimientos que garanticen la actualización de toda la documentación como rutina y que las copias de seguridad se almacenen en un lugar lejano, así como las copias de seguridad de los programas y los archivos. Los sistemas de extinción del fuego son esenciales si el área contiene algo valioso, si hay un equipo importante, o si se están protegiendo funciones vitales para la compañía. Tales sistemas son destinados a detectar y suprimir el fuego dentro de los primeros segundos, reduciendo así la dependencia contra las técnicas manuales –las cuales pueden llegar demasiado tarde–. En la mayoría de las instalaciones se utiliza gas como extintor; sin embargo existen también extintores de espuma, de agua o de polvo seco. El uso del bióxido de carbono en algún tiempo generalizado, debe reservarse, debido al efecto letal que tiene sobre los humanos.



CONCLUSIÓN.

El SITE como lugar donde se centra el equipo de cómputo ha estado tomando mayor relevancia en la sociedad, ya que este representa el dotar de inteligencia una construcción (vivienda o centro de trabajo) lo cual da ventajas tanto de funcionamiento como de ahorro así pues se concentra en este centro de cómputo las funciones que se pueden automatizar como iluminación, seguridad, clima, vigilancia, suministro de servicios como agua y luz y una infinidad de posibilidades específicas para cada necesidad.

A lo largo de este trabajo se ha dado un marco amplio para conocer y ubicar correctamente estos centros de cómputo tomando un enfoque de implementación como inteligencia aplicada en edificios, pues aquí donde más comúnmente lo encontramos a partir de esta premisa nos vamos encaminando hacia nuestro objetivo.

Para entender estos SITEs se debe entender que beneficios aportan y como es que se implementan esos beneficios y como es que estos funcionan, es así que dedicamos un capítulo a los elementos transductores, es decir, aquellos que transforman magnitudes que impactan el desempeño en una construcción como temperatura, humedad, iluminación, etc. En impulsos que son interpretados por el SITE, esto en conjunción para conocer a que se enfrenta el ingeniero además del SITE, pues estos elementos también deben de tomarse en conjunto con el SITE.

Si se conoce el entorno del desarrollo del SITE y sus elementos complementarios se debe comprender también que es un SITE de forma directa y total, así fue que vimos, como se debe implementar tanto en entorno para su correcto funcionamiento, sus elementos principales y su cuidado y suministro para



mantener un funcionamiento correcto, adecuado y continuado, es en esta parte donde comenzamos a vislumbra el objetivo de este trabajo, pues la parte medular es el conocer la forma de garantizar un suministro de energía seguro, constante y dentro de estándares determinados, por lo cual una vez que se conoce como se conforma un SITE hay que continuar en saber cómo protegerlo, garantizar continuidad de funcionamiento, dentro de estándares establecidos, es decir, llegamos a la parte que es importante para la ingeniería Eléctrica, a la implementación de las líneas de su seguridad y de su continuidad.

Dentro de los elementos que garantizan la continuidad de suministro eléctrico se debe considerar la protección contra descargas eléctricas y sean causadas por el hombre o la naturaleza dentro de estas últimas, se encuentran los rayos, para lo cual se deben de tomar las medidas necesarias, es así que se dedica un capítulo al funcionamiento, implementación y consideraciones de los pararrayos, conociendo los diferentes tipos, su implementación, ventaja y desventaja todo esto de forma general y estandarizada.

Finalmente: Lo primero que hay que establecer es qué aplicaciones necesitan seguridad y cuántos servicios se necesitan. Es necesario contar con un excelente sistema de seguridad computacional para ello se deben tomar distintas medidas de prevención como contar con un buen anti-virus, contar con un respaldo, tener buena iluminación, contar con buena ubicación no tan cercas de las ventanas, tener constante mantenimiento preventivo, contar con regulador de voltaje, aire acondicionado para mantener una temperatura adecuada para la computadora también es bueno contar con aire comprimido para la limpieza constante etc., etc....



PROTECCIÓN DE UN SITE CONTRA VARIACIONES EN
EL SUMINISTRO DE ENERGIA

**CAPÍTULO 7 CONCLUSIONES Y
RECOMENDACIONES**



Las máquinas electrónicas sofisticadas sean computadoras o máquinas de proceso, pueden ser protegidas con las siguientes medidas:

1. Uso de circuitos totalmente dedicados, a través de un transformador de aislamiento, o, de un circuito totalmente independiente desde la acometida.
2. Colocar en cascada supresores de picos, para eliminar ruidos eléctricos.

Separar físicamente las máquinas de las fuentes de ruido como son las soldadoras por arco, las máquinas de corte y los variadores de velocidad electrónicos sin reactores de línea.



BIBLIOGRAFÍA

Guía Industrial. Control del Factor de Potencia. CADAPE.

F.J. Illán Vivas. *“Los medios técnicos en seguridad y protección”*. Documento electrónico.

BFi OPTILAS, S.L.U. Empresa de soluciones globales de instalaciones de seguridad. <http://seguridad.bfiophtilas.es>

C. Romero, F. Vázquez y C. de Castro. *“Domótica e Inmótica: Vivienda y Edificios Inteligentes”*. 2ª Edición. Ed. RA-MA. 2006

J.M. Huidobro y R.J. Millán. *“Domótica. Edificios Inteligentes”*. Ed. Creaciones Copyright, S.L. 2005

Instalaciones eléctricas – 3ª Edición - Ademaro Cotrim – Mc. Graw Hill

Electrical installation guide - Groupe Schneider

Manual INEI de Cableado Estructurado [p. 7-12, 39-65]

www.domodesk.com

www.monografias.com

www.imei.com

www.arquired.com

www.soloarquitectura.com