

Sistemas de aislamiento_{ss} para *hospitales*



Préndelo

Catálogo



Contenido

SISTEMAS DE ENERGÍA AISLADOS PARA HOSPITALES	4
Introducción	4
Historia	5
RIESGOS ELÉCTRICOS EN HOSPITALES	6
Corrientes de Fuga	6
Respuestas	7
REGLAMENTOS Y NORMAS	8
NFPA No. 99	8
Artículo 517 - Código Nacional Eléctrico - NFPA No. 70	9
SISTEMAS AISLADOS	11
Sistemas no puestos a tierra	12
Comparación de Sistemas	12
Aislamiento Imperfecto	13
Monitor de Aislamiento de Línea (MAL)	14
Tipos de Monitor de Aislamiento de Línea (MAL's)	14
PUESTA A TIERRA	16
Puesta a Tierra del Cable de Energía de Equipo Eléctrico	16
Sistema de Tierra Instalado Permanentemente (Alambrado)	16
Puesta a tierra equipotencial	17
Receptáculos de Tierra	17
GUÍA DE DISEÑO	18
I. Concepto del Sistema	18
II. Aplicación	18
III. Criterios de Aplicación General	19
IV. Diseño del Sistema	20
V. Prueba en Campo e Inspección	24
MANTENIMIENTO ELÉCTRICO	25
Sistema de Energía Aislado	25
Adaptadores y Cables de Extensión	26
Mantenimiento de Equipo Médico	26
PRODUCTOS MÉDICOS	28
Transformador de Aislamiento	28
Interruptor de Protección	29
Gabinetes de Uso Rudo	29
Instalación Convencional	29
Tableros para Salas de Operación	30
Tableros para Cuidados Intensivos/de Coronarias	32
Tableros para Rayos X y Accesorios	34
Indicadores de Alarma Montados en Tablero	36
Módulos de Fuerza/Tierra	37
Módulos de Tierra	38
Indicadores de Alarma y Anunciadores	42
Iso-Gard Monitor de Aislamiento de Línea MAL (LIM)	44
Relojes Digitales, Temporizadores y Accesorios	45
Especificaciones Sugeridas para Sistemas Aislados de Distribución en Hospitales	47



Sistemas de Energía Aislados para Hospitales

Introducción

Este boletín tiene tres propósitos:

- Demostrar a los hospitales las necesidades de sistemas aislados
- Guiar al ingeniero en la aplicación de sistemas no aterrizados
- Describir en detalle el equipo Square D usado para diseñar sistemas no aterrizados aislados efectivos y económicos

Square D ha estado construyendo transformadores de aislamiento para uso en hospitales desde que aparecieron las primeras normas de estos equipos en 1944. Hemos desarrollado una reputación envidiable por la confiabilidad, bajos niveles de ruido y fugas inherentes mínimas.

En numerosas instalaciones se han encontrado las pruebas de la superioridad de ingeniería de los productos Square D, muchas de las cuales datan desde las primeras aplicaciones de los transformadores de aislamiento.

Este boletín no trata de ser un manual "hágalo usted mismo" para la instalación de los sistemas aislados para hospitales. La información aquí contenida con respecto a los reglamentos y normas está actualizada a la fecha en que esto se escribe. Sin embargo, estos reglamentos y normas están cambiando continuamente y también están sujetos a cambios e interpretaciones locales.

Cualquier hospital que considere los cambios en el diseño de los sistemas eléctricos en las áreas de cuidados críticos de los pacientes, debe contar con los servicios de un ingeniero electricista. Las complejidades técnicas de los hospitales actuales determinan que todas las partes involucradas tengan un amplio conocimiento de los objetivos del hospital. Esta es la única forma de evitar compras innecesarias de equipo.

El tiempo empleado para planear los cambios resultará en grandes dividendos, a condición de que las siguientes partes estén involucradas:

- El ingeniero consultor
- El administrador del hospital
- El ingeniero del hospital
- El jefe de cirugía
- El jefe de anestesiología
- El cardiólogo
- El representante del fabricante



Historia

Durante los años veintes y treintas, el número de incendios y explosiones en las salas de operación creció a una velocidad alarmante. Las autoridades determinaron que las causas principales de estos accidentes cayeron en dos categorías:

- La electricidad producida por el hombre
- La electricidad estática (75% de los incidentes registrados)

En 1939, los expertos empezaron a estudiar estas condiciones como un intento para hacer una norma de seguridad. La llegada de la Segunda Guerra Mundial retrasó los resultados del estudio hasta 1944 en aquel tiempo, la Agencia Nacional de Protección contra el Fuego (NFPA-National Fire Protection Agency) publicó "Prácticas de Seguridad en las Salas de Operación de Hospitales".

Las primeras normas no fueron adoptadas generalmente en la construcción de nuevos hospitales hasta 1947. Muy pronto se hizo notorio que estas normas iniciales quedaron cortas para proporcionar las guías necesarias para la construcción de salas, en las cuales se utilizarían agentes combustibles.

La NFPA reunió un comité para revisar las normas en 1944. En 1949, este comité publicó una nueva norma la NFPA No. 56, que es la base de las normas actuales.

El Código Nacional Eléctrico (NEC) de 1959 estableció firmemente la necesidad de sistemas de distribución aislados no aterrizados en áreas donde se usaban combustibles gaseosos.

El mismo año, el NEC incorporó las normas NFPA en el código. Se realizaron amplias revisiones a la norma NFPA No. 56A uso de anestésicos en instalaciones en 1970, 1971, 1973 y 1978.

En 1982, la NFPA No. 56A, se incluyó en una nueva norma, la NFPA No. 99 - Instalaciones para Cuidados de la Salud. El nuevo documento incluye el contenido de otras, tales como:

- NFPA-3M
- 56K
- 76A
- 76B
- 76
- 56HM
- 56B
- 56C
- 56D
- 56G

El material originalmente cubierto por NFPA 56A, se localiza ahora en el Capítulo 3 de la NFPA No. 99. La NFPA No. 99 se actualizó en 1984, 1987, 1990, 1993, 1996, 1999 y 2002.

El creciente uso de equipo de diagnóstico y tratamiento electrónico y el correspondiente aumento en riesgos eléctricos, ha ocasionado el uso de sistemas no aterrizados aislados en las nuevas áreas de los hospitales desde 1971. Estos nuevos riesgos fueron primeramente reconocidos en el Boletín NFPA No. 76MB, publicado en 1971. Los sistemas aislados son ahora usados comúnmente para la protección de choques eléctricos en muchas áreas, dentro de las que se encuentran:

- Unidades de cuidados intensivos (UCI)
- Unidades de cuidados de coronarias (UCC)
- Departamentos de emergencia
- Salas de procedimientos especiales
- Laboratorios cardiovasculares
- Unidades de diálisis
- Lugares húmedos



Riesgos Eléctricos en los Hospitales

Los principales contribuyentes a los accidentes eléctricos en hospitales son: el equipo en mal estado y el alambrado defectuoso. Los accidentes eléctricos caen en tres categorías:

- Incendios.
- Quemaduras.
- Choque.

Esta sección cubre el aspecto de choque eléctrico.

El choque eléctrico se produce por la corriente, no por el voltaje. No es la cantidad de voltaje a la que se expone una persona, sino más bien la cantidad de corriente que se transmite a través de su cuerpo, la que determina la intensidad del choque. El cuerpo actúa como una gran resistencia al flujo de corriente. El adulto promedio exhibe una resistencia entre 100,000 ohms y 1,000,000 de ohms medidos entre manos. La resistencia depende de la masa del cuerpo y el contenido de humedad.

El umbral de percepción para un adulto promedio es de un miliamper (mA.). Esta cantidad de corriente producirá un ligero hormigueo en las puntas de los dedos.

Entre 10 y 20 mA., la persona experimenta contracciones de los músculos y se le dificulta quitar su mano de un electrodo.

Una corriente de 50 mA. aplicada externamente causa dolor, posibles desmayos y agotamiento.

Un incremento a 100 mA. ocasionará fibrilación ventricular.

Los niveles de peligro por la corriente para muchos pacientes son sorprendentemente más pequeños. El paciente más susceptible es el que está expuesto a conductores externos, catéteres de diagnóstico a otros contactos eléctricos cerca o en el corazón.

Las técnicas quirúrgicas no consideran la resistencia del cuerpo del paciente y lo expone a la corriente eléctrica del equipo circundante. El mayor riesgo es para los pacientes a los que se les practica cirugía dentro de la cavidad torácica. El creciente uso de equipos, tales como monitores cardiacos, inyectores de tinte y catéteres cardiacos aumenta la amenaza de electrocución cuando se usan dentro del sistema circulatorio.

Otros factores que contribuyen a la susceptibilidad eléctrica son los pacientes con hipocalemia, acidez, niveles elevados de hormona catecolamina, hipucsemia y la presencia de digitálicos. Los pacientes adultos con arritmias cardiacas se pueden electrocutar mediante el uso inadecuado de marcapasos conectados directamente al miocardio.

Los infantes son más susceptibles al choque eléctrico debido a sus masas más pequeñas y por lo tanto a su menor resistencia del cuerpo. Mucho se ha escrito acerca de los niveles de corriente considerados letales para pacientes cateterizados y quirúrgicos. Existe gran controversia acerca del nivel de peligro real para un paciente que tiene una conexión eléctrica directa a su corazón. Los niveles de riesgo mínimos que se mencionan parecen estar en 10 microamperes (μA) con un nivel máximo dado de 180 μA . Cualquiera que sea el nivel correcto entre 10 μA y 180 μA , éste es sólo una fracción del nivel que es riesgoso para los médicos y ayudantes que atienden al paciente.

Se cree que la resistencia que existe entre el corazón del paciente y las partes externas del cuerpo es de aproximadamente 1000 ohms.

Toda esta información nos lleva a la conclusión de que el medio ambiente del paciente es un objetivo primario para los accidentes eléctricos. En ningún otro lugar se pueden encontrar estos elementos: resistencia del cuerpo reducida, más equipo eléctrico y conductores, tales como la sangre, la orina, sales y agua. La combinación de estos elementos representa un reto para aumentar la seguridad eléctrica.

Corrientes de Fuga

El equipo eléctrico operando alrededor del paciente, aun cuando trabaje perfectamente, puede ser un riesgo para el paciente. Esto es debido a que cada pieza de equipo eléctrico produce una corriente de fuga. La fuga consiste en cualquier corriente, incluyendo la corriente acoplada capacitivamente, que no es para aplicarse al paciente, pero la cual podría pasar desde partes metálicas expuestas de un aparato hacia tierra o hacia otra parte accesible de un aparato.

Normalmente, esta corriente se deriva alrededor del paciente a través de un conductor de tierra en el cable de energía. Sin embargo, conforme esta corriente aumenta puede llegar a ser riesgosa para el paciente.



Los sistemas aislados ahora usados comúnmente en muchas áreas para proteger contra choques eléctricos. Entre éstas se encuentran:

- Unidades de cuidados intensivos (UCI)
- Unidades de cuidado de coronarias (UCU)
- Departamentos de emergencia
- Salas de procedimientos especiales
- Laboratorios cardiovasculares
- Unidades de diálisis
- Lugares húmedos

Sin el uso adecuado de la puesta a tierra, las corrientes de fuga pueden alcanzar valores de 1,000 microamperes antes de que se perciba el problema. Por otro lado, una corriente de fuga de 10 a 180 microamperes puede lesionar al paciente. Puede ocurrir la fibrilación ventricular ante la exposición a estas corrientes de fuga.

La Fig. 1 ilustra el Origen y la trayectoria de la corriente de fuga.

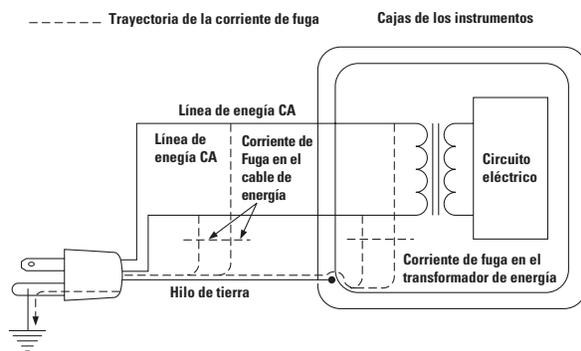


Fig. 1 Origen de la Corriente de Fuga

El no usar conductores de puesta a tierra en los cables de energía ocasiona graves riesgos eléctricos. Esto resulta comúnmente de usar clavijas y contactos de dos puntas, del uso inadecuado de adaptadores, de usar cables de extensión de dos hilos y del uso de cordones o clavijas eléctricas dañadas.

La Fig. 2 ilustra estos riesgos.

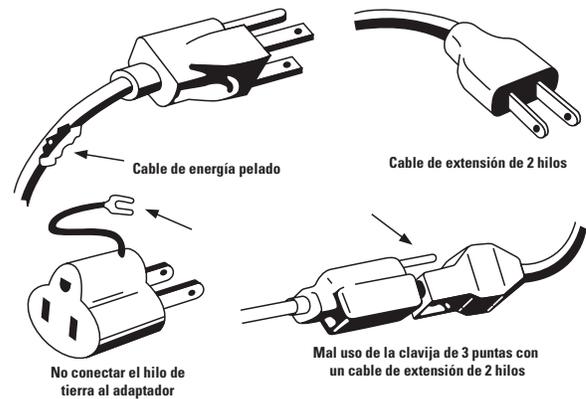


Fig. 2 Riesgos Eléctricos

Respuestas

No existe un sistema eléctrico perfecto o un equipo infalible para eliminar los accidentes eléctricos de los hospitales. Sin embargo, el trabajo concienzudo por parte de los ingenieros consultores, arquitectos, contratistas y del personal del hospital puede reducir estos riesgos eléctricos a prácticamente cero. El equipo eléctrico en los hospitales recibe mucho abuso físico; por lo tanto, se debe mantener adecuadamente para conservar la seguridad eléctrica de los pacientes y del personal del hospital.

Los procedimientos para una seguridad eléctrica deben incluir lo siguiente:

- 1.- Verifique periódicamente todos los contactos de energía de las paredes y sus polaridades.
- 2.- Verifique también a intervalos regulares las superficies conductoras de puesta a tierra en todas las áreas de pacientes.
- 3.- Todos los dispositivos eléctricos de los pacientes (por ejemplo cepillos dentales, rasuradoras) deben ser energizados por baterías.
- 4.- Los controles remotos usados en las camas de los pacientes deben estar perfectamente sellados y aislados.
- 5.- Los rieles de las camas deben ser hechos de plásticos o cubiertos con un material aislante.



Reglamentos y Normas

No sería práctico intentar reproducir los reglamentos y normas que afectan la aplicación de los sistemas de distribución aislados en hospitales. Como se mencionó anteriormente, los reglamentos están siendo revisados y actualizados continuamente, con correcciones frecuentes entre publicaciones principales. Todos los hospitales deben contar con copias de las normas actuales para referencia; el ingeniero de diseño debe tener disponible esta información. Obtenga copias de todas las normas a que se hace referencia en este boletín de la Asociación Nacional de Protección contra Incendios, Batterymarch Park, Quincy, MA 02269.

Este capítulo cubre brevemente las secciones de los reglamentos y las normas que se aplican a los sistemas de distribución aislados no aterrizados para hospitales. Solamente se cubren algunos de los puntos importantes de estas normas. El diseño de un proyecto eficiente requiere del estudio y aplicación de estas normas.

NFPA No. 99

Historia

Este reglamento publicado por la Asociación Nacional de Protección contra Incendios (NFPA-Nacional Fire Protection Association), está incluido como una referencia en el Código Nacional Eléctrico, artículo 517, y en el artículo 517 de la Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEDE-1999. La NFPA No. 99 se orienta hacia el incendio, explosión y seguridad eléctrica en hospitales. Consolida doce documentos o normas individuales de NFPA en un solo documento. Muchos hospitales e ingenieros consultores no conocen este documento ni sus requerimientos. Square D recomienda que todos los ingenieros, consultores y quienes diseñen hospitales tengan disponibles "manuales" en su versión de pasta dura de este documento.

Clasificaciones para lugares de anestesia

El primer tipo de lugar es el flamable, debido a que se usa anestesia explosiva. Este lugar se debe diseñar para cumplir con el Código Nacional Eléctrico, Artículo 501 y la Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEDE-1999. Hay muchos otros requerimientos para los lugares con anestesia flamable; éstos se comentan en el Capítulo 12 de la NFPA No. 99. Ahora, virtualmente ya no se está utilizando anestesia explosiva. Por lo tanto, este manual no cubre los lugares flamables con detalle.

Los requerimientos para los lugares con anestesia no flamable también están cubiertos en el Capítulo 12 de NFPA No. 99. En la entrada de todos los lugares flamables se debe colocar una señal permanente. Estas deben indicar que en dicha sala solamente se pueden usar anestésicos no flamables.

Los lugares con anestesia no flamable se pueden dividir aún más en lugares que están sujetos a mojarse y aquéllos que no lo están. Un lugar húmedo requiere una protección especial contra choques eléctricos. La protección permitida es la siguiente:

- Interruptores contra falla a tierra, si se van a permitir condiciones de falla inicial para interrumpir la energía.
- Sistemas de energía aislada (SEA), si no se van a permitir las condiciones de falla inicial para interrumpir la energía.

Los directivos del hospital harán la determinación de un "lugar húmedo", usando la siguiente definición:

Los cuidados que se tengan con el paciente son a los que normalmente se determinan las condiciones húmedas del área, mientras el paciente está presente. Esto incluye líquidos que están sobre el piso, que mojan el área de trabajo, independientemente de que esta condición esté ligada al paciente o al personal del hospital. Los procedimientos de aseo rutinario y el escurrimiento accidental de líquidos, no definen una localización húmeda.

La NFPA No. 99 define a los equipos en un lugar de anestesia, que se deben alimentar o energizar por un sistema no aterrizado aislado. Ya que esta sección está sujeta a interpretación individual por las autoridades de los reglamentos locales (Unidad Verificadora), trabaje muy de cerca con estas autoridades antes de seleccionar el equipo que será energizado por un sistema aterrizado estándar. Esto es especialmente importante cuando se solicita equipo que se va a instalar permanentemente, tales como los aparatos de Rayos X. La NFPA No. 99, el Artículo 517 del NEC y el Artículo 517 de la NOM-001-SEDE-1999 permiten que un circuito aterrizado que suministra energía a un sistema aislado esté dentro de las áreas no peligrosas de un lugar de anestesia. Sin embargo, el alambrado no aterrizado y los cables del servicio puestos a tierra no pueden ocupar el mismo conducto o trayectoria.

En ningún sistema de aislamiento que suministra energía a una área de anestesia o a otra área crítica de cuidados de pacientes, el primario y el secundario de un transformador de aislamiento no puede exceder los 600 Volts. Los conductores del circuito secundario deben estar equipados con un dispositivo de protección contra sobrecorrientes en ambos conductores de cada circuito derivado.



El párrafo 3-4.3.2 de la NFPA No. 99 establece los límites de impedancia a tierra para el sistema aislado, así como las instrucciones de prueba para determinar el cumplimiento con las normas. El tamaño del transformador de aislamiento debe estar limitado a 10 KVA o menos.

Aun en las salas de operación más sofisticadas, la carga del equipo raramente es mayor a 5 KVA. Le sugerimos que cuando escriba las especificaciones escoja un transformador de aislamiento de 5 KVA de capacidad, que cuente con una capacidad de sobrecarga continua del 25 al 50%. De esta forma el transformador se diseñará para operar a una temperatura normal relativamente fría, pero será capaz de manejar las demandas futuras que excedan las normas actuales.

Los conductores para los sistemas no aterrizados aislados deben estar codificados por color: naranja para el conductor No. 1, café para el conductor No. 2, y verde para el conductor de tierra. Cuando se usen sistemas aislados trifásicos, el tercer conductor debe ser de color amarillo.

El párrafo 3-3.4 de la NFPA No. 99 describe al monitor de aislamiento de línea (detector de tierra) requerido para monitorear al sistema aislado. La limitación para el riesgo total del sistema se ajusta en cinco miliamperes.

El "Sistema de Puesta a Tierra" se especifica en el párrafo 3-3.5 de la NFPA No. 99. Otra sección de este manual trata en detalle este tema. Ver "Puesta a tierra", en la pág. 16.

Artículo 517, NOM-001, y NFPA No. 70

El artículo 517 y de la NOM-001 especifica los mínimos necesarios. Este es el documento que usan la mayoría de los inspectores o verificadores. Cuando diseñe el sistema, utilice el NFPA No. 99, el cual se incluye como referencia en el Artículo 517 y la NOM-001. En otras normas NFPA también se hace referencia al Artículo 517, tales como las NFPA-101 y NFPA-20.

Áreas de Cuidados de Pacientes

El Artículo 517 de la NOM y del NEC define tres tipos de áreas de cuidados de pacientes:

- **Áreas de Cuidados Generales:** cuartos de pacientes, salas de examen, cuartos de tratamiento, clínicas y áreas similares. En estas áreas, el paciente puede estar en contacto con aparatos ordinarios, tales como sistemas de llamado de enfermeras, camas eléctricas, lámparas para examinar, teléfonos y dispositivos de entretenimiento.

Los pacientes también pueden estar conectados a dispositivos electromédicos, tales como colchones calefactores, EKG's, bombas de drenaje, monitores, estetoscopios, oftalmoscopios, etc.

- **Áreas de Cuidados Críticos:** Unidades de cuidados especiales, unidades de cuidados intensivos, unidades de cuidados coronarios, laboratorios de angiografía, laboratorio de cateterización cardiaca, salas de entrega, salas de operación y áreas similares. En estas áreas, los pacientes están sujetos a procedimientos internos y están conectados a dispositivos electromédicos operados en línea.

- **Lugares Húmedos:** Áreas de cuidados de pacientes normalmente sujetas a condiciones de humedad mientras los pacientes están presentes. Estos incluyen líquidos sobre el piso o que humedecen el área de trabajo, ya sea que cualquiera de estas condiciones esté ligada al paciente o al personal del hospital. Los procedimientos de aseo rutinarios y el derrame accidental de líquidos no define un lugar húmedo. Las áreas de cuidados críticos y de cuidados generales también deben considerarse como áreas húmedas. Los directivos del hospital determinan si el lugar se debe considerar "húmedo".

Clasificación de lugares con anestesia

De acuerdo con NFPA No. 99, los lugares de anestesia se clasifican como:

- **Lugares peligrosos que usan anestésicos flamables.** Estos lugares deben cumplir los requerimientos de la división clase 1 y deben estar aislados del sistema de energía.
- **Otros lugares no peligrosos, que permiten el uso de sistemas de energía puesta a tierra.**

Ambos tipos de lugares de anestesia se pueden clasificar como áreas "húmedas" o "no húmedas". Si se designan como un lugar húmedo se requiere protección eléctrica adicional. La protección aceptable es la misma que la definida por NFPA No. 99.

La designación de todas las áreas mencionadas arriba en la instalación de cuidados de salud es responsabilidad de los directivos de la misma.

Antes de que un diseñador pueda escoger el sistema de distribución eléctrica adecuado para un hospital, deben recibir indicaciones de los directivos, esto requiere una coordinación muy cercana con el equipo médico de la instalación, para asegurar que el diseñador entiende los procedimientos médicos actuales, así como los procedimientos posibles futuros.



El Código Nacional Eléctrico y la Norma Oficial Mexicana reconoce que los pacientes de hospitales son más susceptibles al choque eléctrico que los individuos con salud normal. En consecuencia, los pacientes deben ser protegidos mediante el uso de procedimientos especiales. Los procedimientos y equipos especiales requeridos se hacen más complicados con el grado de susceptibilidad eléctrica del paciente.

La administración del hospital y el diseñador son responsables de la determinación del grado de susceptibilidad del paciente y de la selección del equipo correcto. Este proceso de selección requiere una comunicación cercana entre la administración del hospital, el grupo de médicos y el ingeniero electricista consultor.

Generalmente se acepta que cada vez que se ignora la resistencia del cuerpo normal del paciente, éste se hace susceptible eléctricamente. El grado de susceptibilidad varía desde el tener una sonda eléctrica o un catéter conectado al músculo del corazón, hasta el tener electrodos adheridos a la piel después de que se ha aplicado la pasta conductora. Los pacientes que son anestesiados o inmovilizados por una enfermedad, limitación o una terapia con medicamentos, también tienen un grado mayor de susceptibilidad eléctrica que los individuos normales. Tales pacientes no pueden por sí mismos evitar o apartarse de un riesgo eléctrico que podría ser relativamente menos dañino para una persona normal. Por ejemplo, un paciente que tenga una sensibilidad nerviosa dañada no puede detectar el calor. Una taza de café muy caliente no constituiría un riesgo para una persona normal. Sin embargo, es un desastre potencial para un individuo con los nervios dañados.

Ciertas condiciones médicas pueden hacer a un paciente particularmente vulnerable al choque eléctrico. Estos pacientes podrían requerir protección especial, aun cuando su resistencia normal del cuerpo no haya sido ignorada intencionalmente.

Dar consideración especial a las siguientes áreas de pacientes potencialmente susceptibles a la electricidad:

- Camas de pacientes graves
- Laboratorios angiográficos
- Laboratorios de cateterización cardiaca
- Unidades de cuidados coronarios
- Salas de entrega
- Unidades de diálisis
- Áreas de tratamientos de emergencia
- Laboratorios de fisiología humana
- Unidades de cuidados intensivos
- Salas de operación
- Salas de recuperación post-operativa

UL544

Esta es la norma UL con base en la cual Underwriters Laboratories prueba todos los equipos médicos y dentales. UL deriva sus normas para los requerimientos de ejecución de las normas NFPA aplicables y del Código Nacional Eléctrico, solicita que cualquier aparato para uso en áreas de cuidados de paciente vaya etiquetado bajo esta norma UL para uso en el área específicamente designada.

UL1022

Los monitores de aislamiento de línea se miden con respecto a esta norma UL. Asegúrese que cualquier monitor de aislamiento de línea instalado en el hospital tenga el reconocimiento de componente UL con base en esta norma.

UL1047

Esta es la norma UL para equipo de aislamiento en hospitales. No acepte ningún equipo de aislamiento para hospitales a menos que esté listado y etiquetado como un sistema completo bajo esta norma. Esto asegura al hospital y al ingeniero constructor que el equipo cumple con todos los reglamentos y normas existentes.



Sistemas Aislados

El término "sistema aislado" se puede aplicar a muchos sistemas en un hospital, tales como el tratamiento de pacientes que tienen una enfermedad transmisible. Sin embargo, es improbable que cualquier otro de los sistemas sea usado tan ampliamente, y tan poco entendido como el sistema de que se trata en este manual.

El sistema de aislamiento cubierto en este manual es realmente un "sistema de distribución eléctrica no puesto a tierra aislado". Aun cuando estos sistemas aislados son muy importantes para las operaciones del hospital, a gran parte del personal del hospital le hace falta aun el entendimiento básico de cómo trabajan los sistemas aislados. Esto incluye a los técnicos responsables del mantenimiento del sistema.

Los ingenieros consultores y los ingenieros de operación de planta quienes especifican y aplican estos sistemas aislados, normalmente los entienden, pero tienen dificultades en pasar estos conocimientos a los que no saben. Esperamos que esta sección les ayude a reducir esta falta de comunicación. La siguiente analogía simple ayudará a los que no saben que son los sistemas aislados.

En este ejemplo, considere un contacto eléctrico en el área del mostrador de una cocina residencial. En este caso, la tierra es la tubería de agua de la cocina. La Fig. 3 ilustra este ejemplo. La corriente eléctrica llega al contacto a través de dos conductores aislados, uno de ellos normalmente es negro, el otro blanco. Mucha gente siente que pueden tocar con seguridad cualquiera de estos conductores, pero esta suposición podría derivar en un choque peligroso.

Cuando los dos conductores se tocan ocurre un arco violento, parte de los conductores se funden y los fusibles también se funden o el interruptor dispara. Esto demuestra la energía que se usa cuando está funcionando un aparato doméstico. El aparato doméstico no funde un fusible ni dispara un interruptor, debido a que introduce una resistencia entre los dos conductores. Al introducir esta resistencia el aparato limita la cantidad de corriente que puede fluir. Sin embargo, la cantidad de corriente que puede fluir siempre debe ser menor que la capacidad de disparo del fusible o del interruptor. Cuando un foco toca ambos conductores, se ilumina, si una de sus terminales toca el conductor blanco en el contacto nada sucede. Si la otra terminal del foco toca la tubería de agua de la cocina, nada sucede. Si el conductor blanco toca la tubería, nada sucede. La conclusión debe ser que el conductor blanco se puede manejar seguramente siempre y cuando no se trabaje el conductor negro al mismo tiempo.

Usando el ejemplo anterior, pero con el conductor negro, las conexiones producen resultados diferentes. Cuando una terminal del foco toca el conductor negro, nada sucede. Sin embargo, cuando la otra terminal toca la tubería de la cocina, el foco se ilumina, como lo hace cuando se conecta a ambos conductores. Cuando el conductor negro toca la tubería de la cocina, se presenta un arco violento, muy similar a cuando se tocan ambos conductores.

La conclusión del párrafo anterior es que el conductor negro se puede manejar con seguridad solamente si no se toca simultáneamente el conductor blanco, la tubería de la cocina o cualquier otro elemento puesto a tierra.

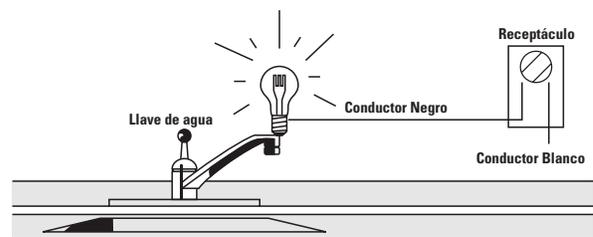


Fig. 3 Tubería de la Cocina como una Tierra

Obviamente, el conductor blanco y la tubería de la cocina tienen algo en común. Esto es que están aterrizados. Un conductor queda aterrizado cuando se conecta a una varilla de cobre introducida en la tierra o a una pieza conveniente de la tubería conductora de agua, la cual finalmente llega hasta tierra. El conductor blanco (conocido como neutro) está puesto a tierra cuando se instala por la compañía suministradora.

La conclusión de los párrafos anteriores, es que la corriente fluye del conductor negro a través de cualquier superficie conductora aterrizada, de las cuales hay muchas. Se puede manejar el conductor negro con seguridad siempre y cuando no se toque simultáneamente el conductor blanco o a cualquier elemento puesto a tierra.

Este tipo de sistema eléctrico se denomina comúnmente como un "sistema de distribución eléctrico puesto a tierra".

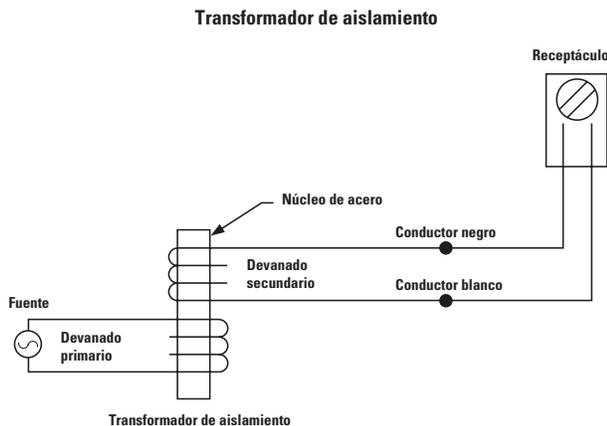


Sistema No Puesto a Tierra

Es posible convertir la energía disponible de un receptáculo en servicio no puesto a tierra. El primer paso es aislar el receptáculo de la tierra de servicio. Hay varias maneras de aislar la energía, pero la más común y económica es el uso de un transformador de aislamiento.

La energía eléctrica puesta a tierra disponible energiza una bobina del transformador de aislamiento; esta bobina se denomina devanado primario. Esto induce una corriente en el devanado secundario, el cual está completamente aislado del devanado primario por medio de inducción electromagnética. No existe una conexión eléctrica directa entre las bobinas del primario y el secundario.

La Fig. 4 muestra un transformador y como se conecta a un receptáculo.



Cuando los dispositivos eléctricos se conectan a través de dos conductores del transformador, trabajan como si estuvieran conectados directamente a un sistema puesto a tierra. La conclusión que se puede obtener, es que el transformador de aislamiento proporciona la misma energía eléctrica útil que la que proporciona un circuito de energía puesto a tierra.

Repitiendo los experimentos con el foco, encontramos que la corriente no fluye si una terminal del foco toca cualquiera de los conductores secundarios del transformador de aislamiento. Tampoco fluye corriente si ambos conductores secundarios del transformador tocan la tubería (tierra). Más aún, no ocurre el arqueo cuando cualquiera de los conductores toca la tubería; el fusible o el interruptor mantienen la conexión.

La conclusión es que la corriente no fluye desde ninguno de los conductores del sistema aislado hacia tierra. En términos poco más técnicos, *no existe un potencial peligroso a tierra desde cualquiera de los conductores de un sistema eléctrico aislado.*

Comparación de Sistemas

La sección anterior ilustra que los conductores de un sistema aislado son más seguros de manejar que los conductores de un sistema puesto a tierra. Ahora usemos el mismo receptáculo de la cocina para mostrar una comparación entre un sistema puesto a tierra y otro aislado.

Cuando se instala un cortinero nuevo en la ventana que está sobre el fregadero de la cocina, probablemente se usaría un pequeño taladro eléctrico. Si la residencia fue construida dentro de los últimos años, muy probablemente el receptáculo tiene tres aberturas no dos. La tercera abertura tiene la forma adecuada para recibir una punta (ranura U) en lugar de una punta en forma de navaja. El taladro eléctrico portátil probablemente tiene una clavija de tres puntas. Este tercer punto de contacto conecta simplemente la caja de metal de taladro hacia tierra. La conexión hacia tierra desde la punta en el receptáculo a menudo se hace por un tercer conductor que tiene la misma trayectoria que los conductores de energía, o por un tubo metálico (conduit), el cual aloja a los dos conductores que dan energía al receptáculo.

El taladro cuenta con un motor eléctrico el cual está completamente encerrado en una envolvente conductora. La envolvente está conectada al tercer conductor en el cable de energía, el cual a su vez se conecta a tierra.

La parte eléctrica del motor debe estar completamente aislada de la envolvente conductora. Si no fuera así, podría resultar un arqueo cuando el conductor negro del sistema puesto a tierra tocara la tubería. Este "cortocircuito" dispararía al interruptor o fundiría el fusible, como sucedió cuando el conductor vivo tocaba la tubería.



Considere este escenario: La persona que está usando el taladro para soportarse coloca su otra mano sobre la tubería. Si el taladro está en buen estado y su envolvente está puesta a tierra adecuadamente a través de la clavija, el procedimiento es seguro. Sin embargo, ¿qué sucede si el aislamiento alrededor del motor del taladro está defectuoso, permitiendo que el conductor vivo del sistema puesto a tierra haga contacto con la envolvente metálica?. Esta es una situación peligrosa. Si el conductor de tierra está conectado adecuadamente a la envolvente y conectado también a tierra a través de la punta de tierra en la clavija, se presentará arqueo en el taladro en el punto de contacto con la envolvente conductora.

Si hay un buen contacto entre el conductor vivo y la envolvente puesta a tierra, fluirá suficiente corriente para disparar el interruptor o fundir el fusible.

Hay dos trayectorias hacia tierra, una a través del conductor de tierra en el cable hacia la tierra del receptáculo y otra a través de la persona que sostiene el taladro (quien está aterrizado a través de la tubería). Ya que la resistencia a través del cuerpo humano es mucho mayor que la de un conductor de tierra conectado adecuadamente, la mayor parte de la corriente seguirá la trayectoria de menor resistencia (el conductor de tierra); la persona que sostiene el taladro está segura.

La clave para mantener el taladro seguro es la conexión de tierra desde la envolvente del taladro hasta la tierra en el receptáculo. Si esta conexión se rompe por ejemplo si se usa un adaptador conectado inadecuadamente, la única trayectoria hacia tierra para la corriente en la envolvente es a través del usuario del taladro. Se podría mantener una corriente de nivel peligroso, ya que el cuerpo humano tiene una resistencia suficiente para mantener el flujo de corriente a un nivel menor al requerido para disparar el interruptor o fundir el fusible. El nivel de corriente podría ser suficientemente alto para causar la muerte.

Si, por otro lado, el taladro se energiza de un circuito aislado y la tierra del alojamiento del taladro se desconecta, hay muy poca potencial para que la corriente fluya a través del usuario del taladro. Aun si la tierra está intacta no fluirá suficiente corriente para disparar el interruptor o fundir el fusible.

Hay un factor muy importante. Si el taladro fuera realmente una pieza de equipo de apoyo a la vida, tal como un respirador, continuaría operando sin disparar el interruptor o fundir el fusible.

Aislamiento Imperfecto

En los ejemplos anteriores hemos supuesto un sistema perfecto. Desafortunadamente, un sistema perfecto es casi imposible de lograr.

Regresando al ejemplo del transformador de aislamiento podemos convertir fácilmente el sistema aislado en un sistema puesto a tierra ¿conectando? un conductor secundario del transformador a tierra se conecta a tierra. Esto crearía el potencial para que la corriente fluya desde el conductor hacia tierra, tal como sucedería en cualquier sistema de distribución eléctrica puesto a tierra.

Un sistema aislado se puede poner a tierra involuntariamente. Por ejemplo, si el taladro está conectado al sistema con la tierra intacta y se presenta una falla del taladro hacia su alojamiento puesto a tierra, ésta sola falla convierte a todo el sistema en un sistema puesto a tierra.

Tenga en mente que no hay aisladores perfectos. Lo que comúnmente denominamos "aisladores", tales como los recubrimientos de hule o plástico de los conductores son realmente malos conductores. Todos los materiales conducen electricidad en algún grado. Por esto, todo lo que se conecte a los conductores secundarios de un transformador de aislamiento pondrá a tierra parcialmente al sistema. Ejemplo de elementos que ponen a tierra parcialmente al sistema, sin que haga un contacto directo con tierra son:

- Cables aislados encerrados en un conducto metálico puesto a tierra;
- Componentes eléctricos dentro de un equipo eléctrico instalado permanentemente;
- Componentes eléctricos dentro de los dispositivos portátiles alojados en envoltentes puestos a tierra (denominados comúnmente como la capacitancia del sistema).

Debido a que un sistema aislado puede llegar a estar puesto a tierra muy fácilmente sin dar ninguna indicación al usuario, debe haber una forma de monitorear la integridad del aislamiento del sistema. Con este monitoreo tiene que existir algún señalamiento cuando el sistema se ponga a tierra. Cuando el sistema se ponga a tierra parcialmente también es necesario el señalamiento, pero debe existir un límite para que la señal empiece a sonar. Los límites están establecidos en los reglamentos y normas, específicamente en el Código Nacional Eléctrico.

Para mayor información, vea la sección reglamentos y normas de este manual. Los reglamentos y normas establecen que debe sonar y desplegarse una alarma (debe ser audible y visible). Se debe activar la alarma cuando la integridad de un sistema no puesto a tierra aislado se degrada al nivel de que fluya una corriente de cinco miliamperes desde cualquier conductor secundario hacia tierra, a través de una falla de impedancia cero.



MAL, Monitor de Aislamiento de Línea (LIM)

Los reglamentos y normas no solamente especifican los límites dentro de los cuales debe operar un sistema aislado no puesto a tierra, sino que también los métodos para verificar la integridad del sistema. Para verificar continuamente la resistencia (impedancia) total del sistema aislado no aterrizado hacia tierra, se requiere un monitor de aislamiento de línea MAL (LIM). Éste debe responder audible y visiblemente cuando la impedancia del sistema se degrada al nivel en el que fluyan cinco miliamperes de corriente a través de cualquier conductor del sistema hacia tierra, en una falla de impedancia cero.

Hay varios puntos a considerar:

1. La condición de alarma no significa que exista un peligro inminente para el paciente o alguien más. Esta alarma simplemente indica que el sistema se ha convertido en un sistema aterrizado o parcialmente aterrizado, el cual es el mismo sistema que existe en el resto del hospital. Corregir el problema tan pronto sea posible, sin interrumpir procedimientos que se están llevando a cabo cuando suene la alarma.
2. El MAL (LIM) no interrumpe el servicio eléctrico. La pérdida de integridad de un sistema no puesto a tierra no afecta la operación de los dispositivos de apoyo a la vida.
3. Una alarma activada no significa que está fluyendo una corriente peligrosa. El MAL (LIM) es un dispositivo predictivo; mediante la alarma sonora predice que podría producir una corriente de cinco miliamperes desde un conductor del sistema aislado hacia tierra, si se presenta una trayectoria para esa corriente. Este dispositivo requiere que esté presente en el sistema una segunda falla eléctrica antes de que se presente una condición real de peligro.

El MAL (LIM) está equipado con un medidor, también requerido por los reglamentos, que proporciona una indicación continua de la condición del sistema. Este medidor se calibra en miliamperes de corriente, su posición nos indica qué tanta corriente podría fluir desde cualquier conductor de un sistema aislado hacia tierra, si se presenta una trayectoria adecuada.

Nota: Tenga en mente que este medidor solamente predice la posibilidad de la condición; no indica que la corriente está fluyendo actualmente.

Tipos de MAL

Están disponibles varios tipos de monitores de aislamiento de línea. El revisarlos no solamente ayuda al usuario potencial a determinar sus necesidades de sistema, sino que le ayuda a identificar el equipo que se está usando actualmente en el hospital.

Detector de Tierra

La primera unidad no es realmente un MAL (LIM), sino más bien el (detector de tierra), el cual es esencialmente un dispositivo de puente balanceado. Los detectores de tierra fueron equipos normalizados hasta alrededor de 1970, por lo que hay muchas de estas unidades todavía en servicio. Barato de constituir y confiable debido a su simplicidad, el detector de tierra no se ve afectado ni tampoco crea cualquier rara interferencia de radio frecuencia (IRF). Sin embargo, solamente reconoce fallas desbalanceadas, resistivas o capacitivas; no puede reconocer un sistema parcialmente puesto a tierra. Esta incapacidad para hacer sonar la alarma en un sistema no puesto a tierra es la razón principal por lo que los reglamentos y las normas ya no permiten su uso.

En el campo se han observado sistemas que permiten que fluya una corriente de línea a tierra de hasta 30 miliamperes (30,000 μ Amperes) sin sonar la alarma. Esta condición muy peligrosa puede causar una explosión o un riesgo eléctrico al paciente o al personal del hospital.

Se podrían seguir usando los detectores instalados antes de 1971. Aun cuando no lo requieren los reglamentos, los hospitales deberían considerar el revisar estos sistemas para ajustarse a las normas actuales.

Detector de Tierra Dinámico.

Los primeros detectores de tierra dinámicos, ahora denominamos monitores de aislamiento de línea, fueron desarrollados en Canadá. Se denominan detectores de tierra dinámicos, al contrario de detectores de tierra estáticos, ya que el sistema de medición se conmuta continuamente entre dos conductores aislados y tierra. De esta forma, supera la falla más grande de los detectores de tierra estáticos: la incapacidad para reconocer y hacer sonar una alarma ante la ocurrencia de una condición de falla desbalanceada excesiva.

Aun cuando esta unidad cumple los reglamentos y normas actuales, tiene dos características indeseables:

1. El MAL (LIM) se conecta a tierra a través de una resistencia alta, de tal forma que puede medir la impedancia del sistema total. Esto reduce la integridad del sistema aislado aterrizándolo parcialmente. Con nada conectado al sistema excepto el MAL (LIM) podrían fluir 1000 microamperes desde cualquier línea de un sistema aislado hacia tierra. Si el MAL(LIM) se calibra para hacer sonar una alarma cuando fluyan 2000 microamperes desde cualquier línea hacia tierra, aproximadamente la mitad de la capacidad total del sistema sería dedicada al MAL (LIM). Esto limita el número de equipos que pueden conectarse a un sistema aislado, lo que a menudo requiere dos sistemas en una sala de operación, en lugar de uno.



2. La conmutación entre los conductores aislados y tierra, ocasiona interferencia en el sistema aislado. Algunas veces esta interferencia se puede detectar en el equipo de monitoreo del paciente, creando dificultades para reunir la información necesaria por el grupo de médicos. En casos extremos se hace imposible usar equipos tales como el EEG sin desconectar el MAL.

La magnitud de la dificultad que se presenta con la interferencia varía en función de la instalación y el diseño del equipo de monitoreo del paciente.

El monitor de aislamiento de línea tipo EDD de Square D es típico de la segunda generación de MAL's. Esta unidad fue la primera de los MAL's con baja fuga. Contribuye con menos fuga al sistema, debido a su mayor impedancia de conexión a tierra. En lugar de usar la mitad de la capacidad del sistema para el MAL (LIM), esta unidad reduce la contribución del MAL a menos del 25% de la capacidad del sistema.

El MAL (LIM) tipo EDD todavía utiliza un circuito de conmutación, por lo que produce interferencia en el equipo de monitoreo del paciente.

Monitor de Aislamiento de Línea IDG Iso-Gard.

Este MAL (LIM) representa la generación más reciente de monitores de aislamiento de línea. Virtualmente elimina todas las características indeseables en los primeros detectores de tierra dinámicos y en los monitores de aislamiento de línea. Contribuye solamente con 50 microamperes de fuga al sistema, alrededor del 1% de la capacidad útil del sistema.

Los circuitos especiales desarrollados por Square D monitorean ambos lados la línea de manera continua, eliminando la necesidad de la conmutación. No genera ninguna interferencia que podría afectar a los dispositivos del monitoreo del paciente. Para una información detallada sobre el MAL Iso-Gard, vea la pág. 40 de este manual.

La Fig. 5 compara el grado de interferencia producida por el MAL (LIM) Iso-Gard, con respecto a MAL's más antiguos.

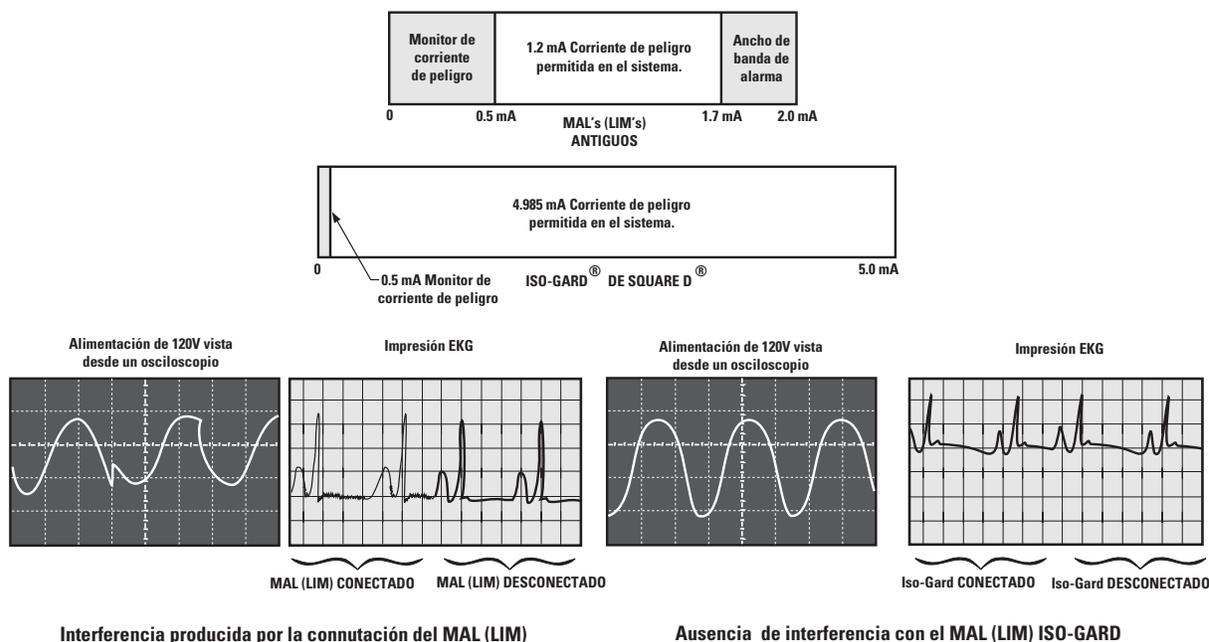


Fig. 5



Puesta a tierra

La puesta a tierra en lugares de cuidados del paciente o de anestesia, es una salvaguarda importante en contra del choque y la electrocución. La puesta a tierra adecuada disipa las cargas estáticas y deriva las corrientes de falla y las corrientes de fuga normales, lejos de los que atienden al paciente.

Puesta a tierra del Cable de Energía de Equipo Eléctrico

El conductor de puesta a tierra verde en los cables de alimentación del equipo previenen que los potenciales estáticos alcancen valores peligrosos en las partes que no transportan corrientes, tales como los alojamientos, maletas y cajas de los aparatos eléctricos. Si esas partes no puestas a tierra adecuadamente se puede acumular carga estática; esta carga puede alcanzar un valor suficientemente grande para descargarse automáticamente, como una chispa de electricidad estática. Esta carga podría ser peligrosa para el paciente o para el personal que lo atiende si enciende algún gas o material inflamable, o si produce un choque.

Este conductor de puesta a tierra también proporciona una trayectoria para la corriente de fuga, la cual podría ser conducida hacia el gabinete de un aparato eléctrico. La magnitud de esta corriente de fuga depende las características del aparato y de su aislamiento. Si se establece una trayectoria de la corriente a través del paciente, la corriente de fuga podría producir diferencias de potencial entre piezas del equipo y fluir a través de órganos vitales del paciente. Por ejemplo, durante una cateterización cardíaca pequeñas cantidades de corriente podrían causar fibrilación ventricular.

La Fig. 6 ilustra las trayectorias para las corrientes de fuga que se podrían desarrollar en una cama de pacientes operada eléctricamente. Ya que el paciente proporciona una trayectoria hacia tierra a través del personal que lo atiende y el marcapasos, se presenta un divisor de corriente. Sin embargo, la resistencia a través del conductor de tierra del cable de energía es significativamente menor, dándole protección al paciente. No obstante, si el cable de tierra se rompe, la mayor parte de la corriente fluiría a través del paciente. En este ejemplo, suponemos que se usan cables de monitoreo del paciente no aislados.

Debido a que la resistencia del conductor de puesta a tierra es extremadamente importante, usted debe considerarla cuidadosamente. La resistencia del cable es inversamente proporcional a su área transversal.

El área transversal normalmente se expresa en unidades de AWG (American Wire Gauge). Entre menos sea el número AWG, más grande será el cable. Por ejemplo, el conductor puesta a tierra en un cable de energía es del No. 18 AWG; esto representa alrededor de 0.0064 ohms/pie. Por otro lado, el No. 10 AWG representa solamente 0.001 ohms/pie.

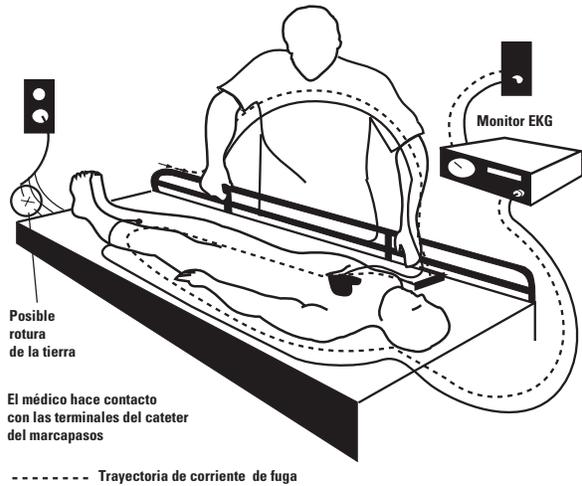


Fig. 6

Los reglamentos y normas actuales para la construcción de nuevas áreas de cuidados críticos requiere que no existan más de 40 milivolts (mV) entre el punto de referencia y las superficies del conductor expuestas alrededor del paciente. Esto significa que para una pieza de equipo eléctrico que utilice un conductor de tierra del No. 18 AWG en un cable de alimentación de 15 pies, no se puedan desarrollar más de 416 miliamperes (mA), sin exceder el requerimiento de diferencia de potencial de 40 mV.

Estas fallas se pueden desarrollar a través de componentes internos dañados o aislamiento en malas condiciones del cable de energía. No hay una manera efectiva para prevenir estas fallas; sin embargo, sus magnitudes se pueden mantener en un mínimo mediante el uso de un sistema de energía aislado. Usando el sistema aislado, una falla inicial de línea a tierra se puede mantener en un valor tan bajo como 5 mA, si el sistema esta operado en una condición "segura". El conductor de tierra del cable de energía podría soportar fácilmente una falla de 5 mA y seguir dentro de los requerimientos de NFPA No. 99, del Código Nacional Eléctrico y la Norma Oficial Mexicana.

Sistema de Tierra Instalado Permanentemente (Alambrado)

El proporcionar una puesta a tierra adecuada para todos los dispositivos eléctricos, supone que están conectados a un sistema de tierra suficiente, el cual se interconecta para proporcionar un plano de tierra equipotencial para el paciente. Los reglamentos y normas actuales requieren que todas las superficies conductoras alrededor del paciente estén puestas a tierra adecuadamente.



El sistema de puesta a tierra permite entremezclar aparatos eléctricos localizados cerca de o aplicados al paciente, sin el peligro de las corrientes de fuga o de falla hacia el mismo.

Interconectando todas las superficies de metal dentro del área del paciente, las diferencias de potencial entre la superficie metálica se pueden mantener en un mínimo. Ya que se requiere una diferencia de potencial para producir un flujo de corriente, todo el plano de tierra se puede elevar arriba del potencial cero de tierra, siempre y cuando todas las partes metálicas estén al mismo potencial. Aun si una persona toca dos piezas de metal, ambas a 10 Volts, no se podrá desarrollar una trayectoria de corriente. Este plano de tierra se establece usando un sistema de puesta tierra conectado adecuadamente.

Puesta a tierra equipotencial

El Código Nacional Eléctrico (en sus ediciones de 1971, 1975 y 1978) especifica y dictamina el uso de un sistema de puesta a tierra equipotencial, con una resistencia máxima para cada derivación de tal sistema. Aun cuando estos requerimientos están considerablemente reducidos en el NEC, la NOM y NFPA No. 99, los requerimientos de puesta a tierra son más estrictos que los que se indican en el Artículo 250 para otras ocupaciones. Por esto, el ingeniero de diseño eléctrico debe planear los requerimientos de puesta a tierra especiales en estas áreas. Estudie cuidadosamente el reglamento para determinar exactamente las provisiones de puesta a tierra especiales que se deben proporcionar en cada proyecto.

Conectores de Puesta a Tierra

En los reglamentos anteriores, se dictaron provisiones para los dispositivos no eléctricos conductores de tierra. Estas provisiones se cumplieron colocando en cada área de cuidados críticos del paciente un tipo específico de conector de tierra. Se refirió que en cada sala de operaciones se contará con un mínimo de seis conectores de puesta a tierra.

Aun cuando éste ya no es un requerimiento del reglamento, Square D recomienda que se coloque al menos un conector de puesta a tierra en cada área de cuidados críticos del paciente. Este conector de puesta a tierra proporciona la conexión al sistema de puesta a tierra redundante de equipos excepcionalmente peligrosos.

El conector también permite la conexión de los sistemas de aterrizamiento para su prueba. El costo de un solo conector de puesta a tierra o de varios conectores en una sala es bastante bajo. Los beneficios que se obtienen contando con sistemas de puesta a tierra adecuadamente accesibles son muchos.



Guía de Diseño

I. Concepto del Sistema

Con la creciente complejidad de los sistemas aislados es cada vez más importante usar un enfoque de sistemas en el cual todos los componentes trabajen conjuntamente para obtener un resultado específico. Los componentes de un sistema de energía aislado se pueden adquirir por separado; sin embargo, es mucho más fácil y tiene más sentido adquirir un sistema completo.

Al desarrollar el sistema completo se consideraron muchos factores: un empaque adecuado y atractivo, un diseño conveniente y facilidad de mantenimiento. Los sistemas por componentes, por otro lado, invariablemente resultan en una duplicación de funciones, altos costos de mano de obra en el sitio, fugas excesivas del sistema y la falta de dependencia en un solo vendedor. La gran variedad de componentes del sistema modular Square D le proporciona al ingeniero consultor electricista y al arquitecto una gran amplitud de diseño. Consecuentemente, es práctico un sistema que se ajuste a las necesidades especiales de cada hospital.

A pesar de su gran versatilidad, todos los módulos de Square D se acoplan entre ellos perfectamente. Al diseñar los módulos que formarán el sistema se consideró cada requerimiento importante para los sistemas aislados. Entre estas consideraciones están:

- Temperaturas de operación y del frente del panel
- Niveles de ruido
- Fugas mínimas
- Facilidad de mantenimiento
- Intercambiabilidad de componentes
- Buena apariencia
- Facilidad de instalación

II. Aplicación

El diseño de los sistemas aislados de Square D asegura que todas las piezas del sistema sean compatibles entre ellas. Este es el primer paso para contar con un sistema que trabaje, pero es el único de cuatro componentes que constituyen un sistema superior. El segundo componente se ha comentado pero vale la pena repetirlo: Debe existir una buena comunicación entre las partes que planee el sistema para el hospital. Una mala comunicación produce una mala planeación, lo cual será muy costoso y consumirá mucho tiempo si el sistema se debe modificar después de instalarlo.

El ingeniero electricista consultor será el núcleo del equipo que tome las decisiones. Sin embargo, cada miembro del equipo contribuye con información vital para el diseño del sistema.

En el pasado, proyectos realizados por ingenieros electricistas consultores capaces, han requerido modificaciones que aumentaron su costo por sala de operación. Esto no fue por la mala planeación, sino el hecho de que los ingenieros no recibieron la información necesaria para planear los sistemas útiles. Esta falta de información ocasiona errores tales como voltajes incorrectos para las máquinas de rayos X portátiles, receptáculos insuficientes y una capacidad insuficiente en los sistemas de aislamiento.

El enfoque de equipo beneficia a todos los miembros del hospital, por ejemplo:

- El arquitecto puede tomar las previsiones adecuadas para el montaje del equipo; esto resultará en una calidad estética superior. El arquitecto también puede especificar el equipo adecuado, evitando dificultades posteriores.
- Como parte del equipo, el administrador del hospital debe tomar decisiones inteligentes cuando solicite el equipo para la sala de operaciones, especificando fugas mínimas y los cables y conectores correctos.
- El jefe del equipo de cirugía puede especificar un flujo de tráfico dentro de la sala de operación, facilitando al ingeniero la ubicación adecuada de receptáculos.
- El ingeniero de mantenimiento del hospital entenderá mejor el sistema aislado si está incluido en el grupo. Esto le permite realizar el mantenimiento más conveniente y eficientemente.



III. Criterios de Aplicación General

A. Tamaño del Sistema

El sistema debe ser tan pequeño como sea posible para limitar corrientes de fugas. Recuerde que cualquier cosa conectada al sistema aislado aumenta el índice de riesgo total: MAL (LIM), transformador, interruptores, alambrado secundario y cualquier equipo periférico. Se debe mantener el riesgo del sistema debajo del máximo, para permitir la corriente de fuga normal, la cual circulará del equipo en operación con esta fuente de energía.

Adicionalmente, el reglamento establece que el sistema sin carga, con el MAL (LIM) desconectado, debe tener una impedancia línea a tierra mínima de 200,000 ohms. En un sistema de 120 Volts, esto corresponde a 600 microamperes medidos con un miliampérmetro conectado entre línea y tierra.

Al hablar del tamaño del sistema debemos incluir todo el alambrado entre los interruptores del tablero aislado y sus receptáculos. Cada metro de conductor contribuye a la fuga, por lo que debemos mantener la longitud total en un mínimo. Esto enfatiza la necesidad de colocar el tablero de aislamiento tan cerca como sea posible del punto de uso.

El uso de un sistema central, que contiene sistemas de distribución individuales para varias salas de operación o unidades de cuidado intensivo, no es práctico excepto en circunstancias claras. La única vez que tiene sentido un sistema central es cuando su ubicación coincide con la colocación más cercana de los tableros individuales de cada sala. En otros casos, el sistema central resultaría en trayectorias más largas desde el tablero hasta los receptáculos y dispositivos. Esto incrementaría la corriente peligrosa del sistema.

B. Capacidad del Sistema

Al seleccionar la capacidad de un transformador de aislamiento, recuerde que las áreas aisladas generalmente presentan una condición de carga intermitente y una diversidad de carga. Una área dada podría contener equipo que requiere mayor energía que la que suministra el sistema aislado; pero en el hospital no se usarán todos los equipos al mismo tiempo.

El requerimiento de energía aislada para las salas de operación casi siempre es menor a 5 KVA. Sin embargo, el tablero de aislamiento Square D incorpora un transformador construido con aislamiento clase H, adecuado para una elevación de 150°C. La temperatura de diseño a plena carga está limitada a una elevación de 55°C. Por lo tanto, el transformador puede suministrar fácilmente energía para cargas mayores a 150% de su capacidad. Esta es una característica importante para un transformador de aislamiento, ya que puede abastecer grandes cargas intermitentes, como las que presenta el equipo de hipotermia.

En áreas de cuidados críticos, en donde un transformador alimenta a una cama, se recomienda un transformador de 3 KVA. Ya que la cantidad de cables es a menudo proporcional al número de interruptores, mantenga este número en un mínimo. Esto se puede hacer conectando de dos a cuatro receptáculos a un solo interruptor. En la mayoría de los casos es suficiente un panel para la sala de operación con 8 ó 10 interruptores secundarios. Si se requieren receptáculos adicionales se pueden usar 16 interruptores secundarios. Los paneles de aislamiento que abastecen a una sola cama en las áreas de cuidados críticos solamente requieren ocho interruptores secundarios.

C. Sistema de Alambrado y Conduits

La selección del conductor adecuado es uno de los criterios de diseño más importantes de un sistema de energía aislado. Si se selecciona un aislamiento inadecuado del conductor, el resultado es el mismo como si la capacitancia de fuga se incrementara. Un buen aislamiento de cables disponible comercialmente para esta aplicación es el polietileno de cadena cruzada, el cual tiene un relleno mineral en lugar de uno de carbón negro. Para usarse en aplicaciones de 120 y 240 Volts se debe exigir un espesor de la pared mínimo de 2/64". También es importante especificar el cable con una constante dieléctrica de 3.5 o menor, tal como lo recomienda el NEC, la NOM y NFPA No. 99.

El cable TW y THHN estándar es definitivamente inadecuado, sin embargo, se puede usar como conductor de tierra. El reglamento exige que el conductor No. 1 del sistema esté codificado en color naranja, el conductor No. 2 de color café y el conductor a tierra de color verde. En sistemas trifásicos, el tercer conductor se puede codificar de color amarillo.

Square D está a menudo solicitando especificar los fabricantes y números de catálogo de cables para conductores de bajas fugas. Esto es extremadamente difícil de hacer, ya que la disponibilidad de estos cables difiere de región a región o, en ocasiones los fabricantes han descontinuado la producción de tipos de cables que podríamos recomendar. El cable más accesible con bajas fugas ha sido el XLP.

Evite usar el compuesto o aditivo para jalado de cables, ya que aumenta el acoplamiento capacitivo. El reglamento ya no permite el uso del compuesto o aditivo de jalado de cables en conduits para sistemas de energía aislados. Este compuesto o aditivo normalmente es innecesario, ya que la mayoría de las trayectorias en un sistema aislado son cortas. Ocasionalmente se presentan dificultades en los circuitos de rayos X, ya que estos conductores son algo más pesados. Ya que usted puede prevenir estas trayectorias difíciles, también podría sobredimensionar el conduit para facilitar la situación.



Obviamente los conduits deben estar secos, o las características de fuga diseñadas para el sistema se deteriorarán. Durante la construcción, mantenga tapados los extremos de los conduits para que permanezcan libres de humedad. Las especificaciones deben establecer que si la humedad entra accidentalmente en los conduits, éstos se tendrán que limpiar con un trapo ampliamente antes de que se introduzcan los conductores. Use factores mínimos de relleno para los conduits; esto resulta en un posicionamiento aleatorio mejor de los conductores dentro del conduit, el cual reduce aún más el acoplamiento capacitivo.

La Fig. 7 muestra las corrientes peligrosas esperadas aproximadas por cada pie (305 mm) de conductor de energía, utilizando los diferentes esquemas de alambrado que se describen en los párrafos precedentes. El ingeniero consultor puede usar esta tabla para estimar las corrientes peligrosas del sistema en las etapas del diseño. Los valores que se dan son aproximados, las variaciones en humedad de los conduits, rellenos de los conduits y aislamiento de los cables darán diferentes resultados.

Contribución del cableado a las corrientes de fuga peligrosas	
Materiales Usados	Resultado
Cable TW, conduit metálico. Compuesto para jalar cable con conductor de tierra.	3 μ A por pie de cable
Cable XLP, conduit metálico sin compuesto para jalar cables con conductor de tierra.	1 μ A por pie de cable

Fig. 7

IV. Diseño del Sistema

A. Arreglo de la Sala de Operación

Antes que de inicio el diseño eléctrico de una sala de operación, se deben obtener del personal del hospital algunas informaciones importantes. La mayoría de las salas de operación de hospitales tienen un patrón de tráfico ajustado y posicionado para la mesa de la sala de operaciones. Este normalmente se restringe al lugar de la lámpara superior de la sala de operaciones. Sin embargo, ya que puede variar la posición de la cabeza de la mesa de la sala de operaciones, el personal del hospital debe indicar al ingeniero electricista la posición normal de la mesa. También se debe verificar el patrón de tráfico en conjunto con el posicionamiento del grupo de cirugía y apoyo. El posicionamiento del equipo eléctrico en las salas de operación tiene una relación directa con esta información. En el siguiente ejemplo, usaremos la configuración que se muestra en la Fig. 9, en la siguiente página.

El tablero está localizado detrás del grupo de apoyo, cerca de la cabeza de la mesa de la sala de operaciones. La localización de este tablero es importante; la colocación correcta de este tablero mantendrá los cables eléctricos y de tierra fuera del área de tráfico.

Para la sala de operación se recomienda usar un tablero de aislamiento de 5 KVA. Asegúrese de determinar la carga del equipo secundario que estará en uso. Muy pocos casos requerirán un transformador de 7.5 KVA. El transformador de aislamiento Square D de 5 KVA es capaz de soportar una sobrecarga continua del 150%, dentro de su temperatura máxima de diseño.

Para el tablero de este ejemplo, se recomiendan 10 interruptores secundarios. Cada interruptor debe alimentar dos receptáculos de energía; en esta ilustración hay 16 receptáculos. La Fig. 8 muestra la distribución de carga recomendada para los interruptores.

Distribución de interruptores secundarios

Número de interruptores	Carga
4	8 Receptáculos en el tablero (2 por interruptor)
2	4 Receptáculos en el módulo de anestesia (2 por interruptor)
2	4 Receptáculos en el módulo de cirugía (2 por interruptor)
1	Alumbrado quirúrgico
1	Relojes, iluminador de película

Fig. 8

Se podrían utilizar dos interruptores adicionales para la lámpara colgante de la sala de operaciones, el cronómetro quirúrgico y el iluminador de película. Si se usa el módulo opcional remoto de energía y tierra, los cuatro receptáculos de este módulo opcional se alimentarán por un interruptor, y los cuatros receptáculos en el módulo de cirugía por otro.

Cuando se hace el arreglo del sistema eléctrico en las salas de operaciones es importante la localización de los receptáculos de energía y tierra. Los cables de energía y tierra pueden ser peligrosos para el personal que circule; de esta forma, siempre que sea posible, ubique los receptáculos de tal forma que los cables no queden dentro de las áreas de mayor tráfico. Ya que el grupo de apoyo en las salas de operaciones utiliza casi todos los contactos eléctricos, la mayoría de los servicios se tienen que colocar detrás de ellos, cerca de la cabecera de la mesa.



Hay muy poca circulación entre el grupo de apoyo y el anestesista. Ubique el módulo de energía y tierra en la cabecera de la mesa, de tal forma que el anestesista pueda conectar fácilmente el equipo.

Coloque un módulo adicional detrás del cirujano, cerca de la cabecera de la mesa. Esto le da fácil acceso al cirujano a la energía para el equipo quirúrgico.

La ubicación adecuada de los receptáculos en estos dos módulos, así como en el tablero de aislamiento, eliminará los riesgos de disparo de los interruptores en las áreas del flujo de tráfico.

Hay ventajas peculiares de integrar los receptáculos de energía y tierra en un gabinete, más que distribuirlos alrededor de la sala. El gabinete único ubica a los receptáculos en el punto de uso y proporciona una trayectoria a tierra de menor resistencia entre aparatos eléctricos. En las salas de operación ya se aceptan los receptáculos estándar de navaja recta de configuración NEMA No. 5-20R.

En la mayoría de las salas de operación se requiere un reloj y un indicador del tiempo transcurrido, lo que le permite al cirujano y al anestesista observar fácilmente la hora y el tiempo transcurrido. También le proporciona al grupo de apoyo fácil acceso a los controles. Monte el módulo de control para el temporizador en el nivel de 5 pies (1524 mm) con el timer en el nivel de 7 pies (2134 mm). Algunos grupos de apoyo en las salas de operaciones prefieren colocar el módulo de control al alcance del anestesista.

Para un fácil acceso, coloque el iluminador de película directamente detrás del cirujano. Coloque el indicador remoto del receptáculo de rayos X detrás del grupo de apoyo. Si se utiliza el módulo opcional de energía y tierra remoto, colóquelo en el extremo de la sala. Su propósito principal es el de suministrar energía para el equipo en espera, tal como el de los calentadores de sangre y esterilizadores. La Fig. 9 ilustra el calibre de los conductores de energía y tierra y su trayectoria correcta en una sala de operación típica.

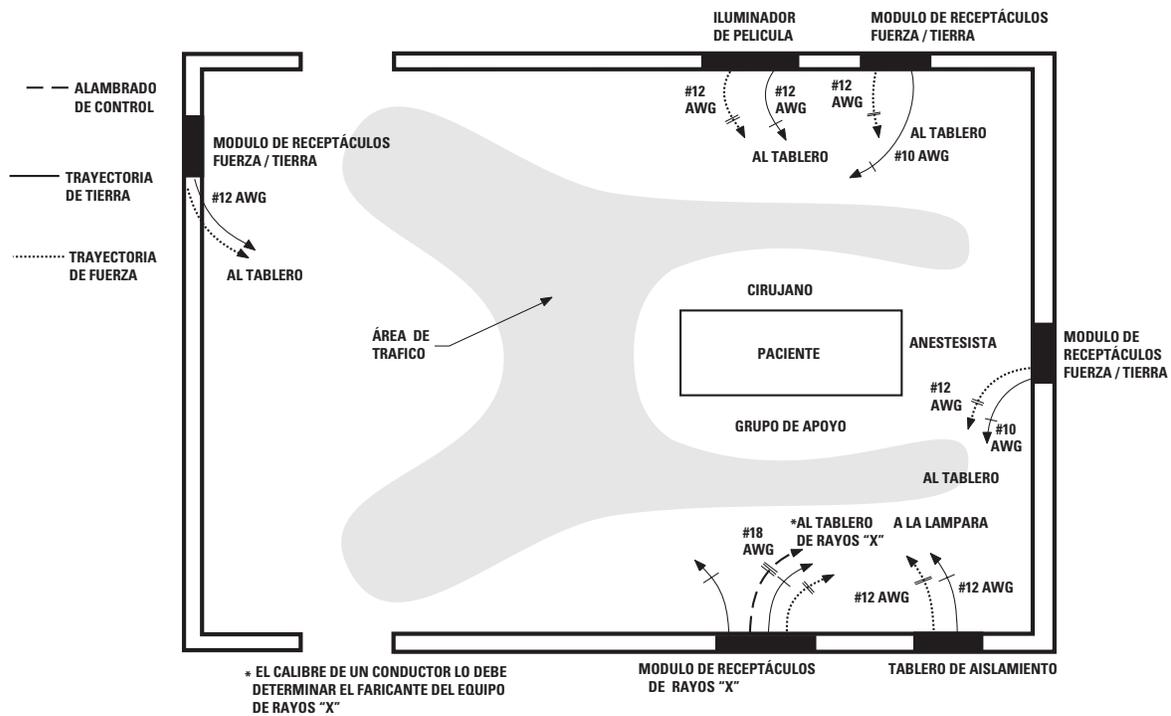


FIG. 9



Los reglamentos todavía requieren un piso conductor en todas las instalaciones flamables y mixtas. El piso conductor no se requiere en las salas que están diseñadas como áreas de anestesia no flamables.

Es conveniente contar con varios puntos físicos de puesta a tierra conectados a un punto eléctrico. Para hacer esto, designe un punto de tierra de referencia central, el cual se localiza a menudo en el panel de aislamiento. Para los propósitos prácticos, todos los puntos de tierra en la sala están al mismo potencial eléctrico. La figura 10 muestra un sistema de puesta a tierra típico de las salas de operación. Los módulos de puesto a tierra en las salas de operaciones contienen barras altamente conductoras equipadas con un número adecuado de zapatas para usarse como terminaciones permanentes.

B. Sistema Portátil de Rayos X

Los contactos para los equipos portátiles de rayos X en las salas de operación, son áreas de cuidados críticos que requieren un sistema de distribución aislado de 208 ó 240 Volts (cuando en esa sala se usa un sistema de energía aislado). Es un procedimiento común usar un solo sistema aislado para alimentar los circuitos de rayos X hasta para 8 salas de operaciones. Estos circuitos se bloquean de tal forma que solamente se puede energizar un solo circuito en un tiempo dado. Esta práctica es factible ya que muy pocos hospitales tienen más de una máquina portátil de rayos X y en el caso de que un hospital tenga unidades múltiples, es muy probable que solamente se use una unidad al mismo tiempo.

El circuito se selecciona en una estación de botones en el tablero. Se proporciona un modo "todos fuera". El transformador de aislamiento, los interruptores, el MAL (LIM) y el equipo de control están montados en un gabinete empotrado.

Cuando se use un tablero de rayos X de Square D, localícelo lo más centrado posible al área que alimentará, arregle los circuitos alimentadores para que tengan longitudes mínimas, como en el caso de los circuitos de las salas de operación en 120 Volts.

El sistema cuenta con un indicador de alarma remoto en cada contacto del circuito. El único indicador de alarma que opera es el de un circuito energizado: Una lámpara verde en el indicador remoto se ilumina indicando al personal de las salas de operaciones que el circuito está energizado y es seguro para su uso. Otra ventaja de alambrear los indicadores de alarma remotos es que, si ocurre una falla, la única alarma que sonará será la de la sala de operación con el circuito energizado.

Cuando se instale tenga cuidado conectando la terminal de tierra con el receptáculo de rayos X al sistema de puesta a tierra; la terminal de tierra debe conectarse al sistema de tierra que alimenta energía al paciente que está siendo atendido con el receptáculo de rayos X. Conecte la terminal de tierra del MAL (LIM), que está monitoreando al tablero de rayos X a la barra de tierra del equipo, en el tablero de distribución de emergencia que abastece al sistema aislado de 120 Volts dentro de estas áreas. Además, conecte un cable de tierra del No. 12 AWG, entre el tablero de rayos X y el receptáculo de rayos X.

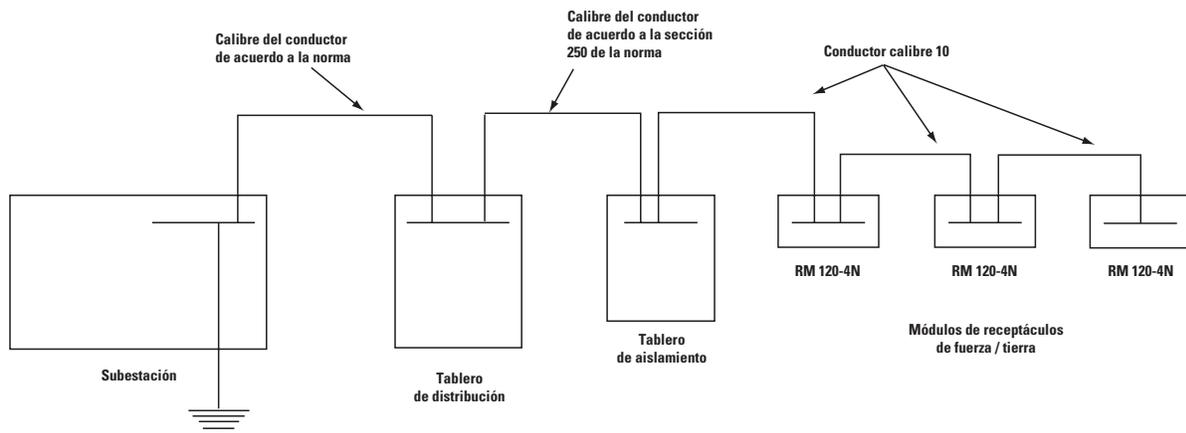


Fig. 10



Métodos de Bloqueo

Hay diferentes métodos de controlar el sistema de bloqueo para los receptáculos de rayos X. El método a usar es una elección personal. Comente estos métodos con el consultor eléctrico, la administración del hospital y el grupo de radiología del hospital; tome la decisión después de comparar los pros y contras de cada método.

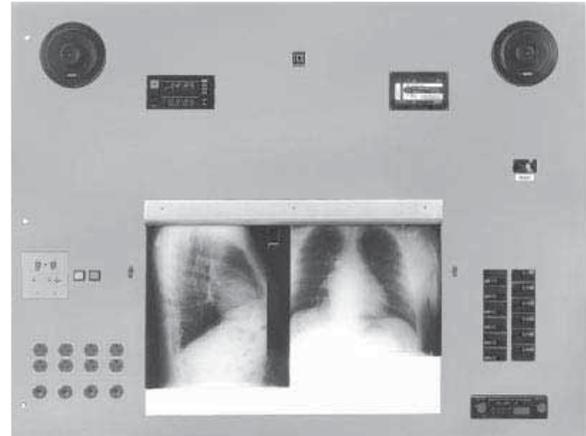
En Square D hemos encontrado que el método generalmente más aceptable es el que se acaba de comentar - una serie de botones selectores localizados en el tablero, los cuales controlan el modo de energización del receptáculo. Si no está accesible el tablero, la estación de botones se puede colocar en un módulo separado, construido en un lugar conveniente o se puede agregar al módulo de las enfermeras de la sala de operaciones.

Un interruptor dentro/fuera en cada receptáculo proporciona el modo de selección. Al energizar este interruptor automáticamente se bloquearán todos los otros receptáculos. A primera vista, este sistema parece lógico; permite al técnico de rayos X controlar el circuito en el lugar del equipo. Sin embargo, este método no ha trabajado bien en la práctica; si un circuito no se desenergiza después de que se usó, los otros circuitos permanecerán bloqueados. Si el técnico no puede obtener energía de un circuito, tendrá que buscar en varias de las otras salas para encontrar el receptáculo que se dejó en la posición dentro.

Generalmente, las salas de operación están conectadas con los cuartos de enfermeras mediante un sistema de intercomunicación, o están localizados suficientemente cerca de tal forma que es posible una comunicación verbal directa. Esto le permite al radiólogo solicitar a una enfermera que energice el circuito en una sala particular.

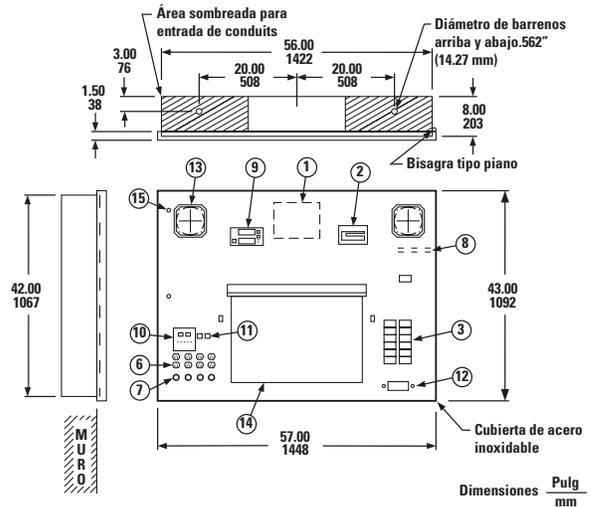
C. Tableros de Aislamiento para cirugía

El tablero de aislamiento para cirugía de Square D ofrece otro método para suministrar energía aislada a una sala de operaciones. Este tablero condensa en una unidad muchos de los accesorios eléctricos que normalmente se encuentran en una sala de operaciones.



Los componentes que normalmente se incluyen en un tablero de aislamiento para cirugía son:

- Transformador de aislamiento
- Conectores de puesta a tierra
- Monitor de aislamiento de línea
- Iluminadores de películas dobles
- indicador de alarma audible
- Receptáculos de rayos X
- Panel de interruptores
- Sistema estéreo de cassettes AM/FM/CD
- Barra de tierra
- Relojes y temporizadores quirúrgicos
- Receptáculos de fuerza



Partida	Descripción	Partida	Descripción
1	Transformador de aislamiento 3kVA 120-120	8	Barra de tierra
2	Monitor de aislamiento de línea (LIM) Iso-Gard	9	Reloj/Cronómetro digital
3	Interruptores: 1. Interruptor del circuito primario 30A, 2 polos 2. Interruptores derivados secundarios 20A, 2 polos	10	Control del reloj/Cronómetro digital
4c	Receptáculo de media vuelta	11	Indicador de peligro con botón de prueba
5c	Receptáculo sencillo grado hospital, 20A	12	Radio/AM/FM/CD
6	Receptáculo doble grado hospital, 20A	13	Bocinas
7	terminal de tierra, 30A	14	Iluminador para placas de R-X
c	Disponible pero no mostrado en la ilustración.		



Debido a que todos estos están en el mismo tablero, su ubicación dentro de la sala de operaciones es crítica. Cuando especifique un tablero de aislamiento para cirugía considere cuál es la mejor localización para todo el personal involucrado.

Los tableros de aislamiento para megaquirúrgicos son diseñados y ensamblados a la medida; esto le permite a cada hospital especificar los componentes individuales que son necesarios en ese hospital. Para mayor detalle sobre esos paneles, contacte a su representante local de Square D y solicite información sobre los tableros de aislamiento para cirugía.

V. Prueba e Inspección en Campo

Debido a la complejidad del sistema de energía aislado y de puesta a tierra, el fabricante debe probar en campo el sistema antes de su uso. Esta es la única forma de asegurar que el sistema está instalado adecuadamente.

Square D proporciona los servicios de un técnico a un costo base. El técnico de la fábrica realiza las siguientes pruebas en el sitio:

- Todas las pruebas sobre el sistema aislado, la red de tierra y el monitor de aislamiento de línea están basadas en el artículo 517 de la NOM001-SEMP-1994; del NEC y en NFPA No. 99.

- La prueba de tierra de los receptáculos de fuerza y tierra se realiza aplicando una corriente constante entre la barra de puesto a tierra de referencia de la sala y cada contacto de tierra de cada receptáculo; midiendo el voltaje resultante. La resistencia calculada deberá ser menor de 0.1 ohms. Se verifica la diferencia de potencial entre las superficies conductoras expuestas y el área que rodea al paciente; en condiciones de operación normal esta diferencia no debe exceder 20 milivolts a través de una resistencia de 1000 ohms.

- El monitor de aislamiento de línea se prueba ya instalado en el sistema de aislamiento completo. En el sistema de energía aislado se provocan combinaciones de fallas resistivas y capacitivas. Se observan las respuestas adecuadas del monitor de aislamiento de línea y de los dispositivos de alarma asociados. Si se presenta una operación inadecuada, se toman algunos pasos correctivos. Para asegurar su operación adecuada se vuelve a tomar el sistema completo.

- Se prueba también la impedancia del sistema aislado (la impedancia a tierra de cualquier conductor). De acuerdo con NFPA No. 99. La impedancia (capacitiva y resistiva) a tierra de cualquier conductor del sistema aislado debe exceder 200,000 ohms; se inspecciona toda la instalación del equipo aislado, de acuerdo a los reglamentos aplicables para asegurar que no hay violaciones a los mismos.



Mantenimiento Eléctrico

¡Advertencia!

- **Riesgo de lesión corporal o daño al equipo.**
- **Las siguientes pruebas pueden exponer al choque eléctrico a la persona que las realice.**
- **Solamente personal entrenado debe realizar estos procedimientos.**

Un programa periódico de mantenimiento es esencial para la seguridad de los pacientes y el personal del hospital. Siguiendo un rígido programa de mantenimiento se pueden reducir los riesgos eléctricos significativamente.

Debido al tamaño de los sistemas eléctricos del hospital, es difícil establecer y seguir un programa de mantenimiento que incluya a todo el hospital; sin embargo, se recomienda que las áreas de anestesia y cuidados críticos se verifiquen más frecuentemente que las áreas generales de pacientes.

Sistema de Energía Aislado

Antes de usar un sistema de energía aislado, se deben llevar a cabo ciertas pruebas para verificar la instalación adecuada del equipo y del alambrado. Para llevar a cabo estas pruebas, desconecte todo el equipo secundario de los circuitos. Realice las pruebas antes de la ocupación del paciente. Siga los procedimientos de prueba que se indican a continuación:

1. Energice el tablero de aislamiento cerrando el interruptor primario. Deje los interruptores secundarios abiertos. Verifique que el MAL (LIM) esté operando. Usted observará una ligera deflexión en el medidor, lo que indica la corriente peligrosa en el monitor más la corriente peligrosa para el tablero de aislamiento.
2. Presione el botón "Test" en el MAL (LIM) para probar y verificar su capacidad de prueba. También verifique las alarmas audible y visible colocadas en el MAL (LIM). Las alarmas deben operar tanto en la condición segura como en la condición de alarma. Asegúrese de que la alarma deje de sonar cuando se presiona el botón de silenciar.

3. Anote la lectura de corriente peligrosa para el MAL (LIM) cuando esté cerrado solamente el interruptor principal. Después cierre un interruptor secundario a la vez, anotando la lectura de la corriente peligrosa sólo para ese interruptor. Cierre solamente un interruptor a la vez; de otra forma, la lectura no se puede atribuir a un circuito específico. Si cualquier circuito presenta una corriente peligrosa compárela con la de otros circuitos, investigue inmediatamente.

4. Determine la impedancia de línea a tierra entre cada uno de los conductores de fuerza y tierra. Realice esta prueba en todos los receptáculos. Asegúrese de que todos los interruptores estén en la posición "dentro". Desconecte el MAL (LIM) del circuito durante esta prueba, coloque un miliamperímetro de 0-1 entre cada línea y tierra y mida la corriente. El valor de corriente dividido entre el voltaje de sistema determina la impedancia del sistema. Esta impedancia debe ser mayor a 200 K ohms para cada línea a tierra. Un sistema de 120 volts resulta de 600 microamperes. Realice esta prueba de impedancia del sistema con todos los equipos secundarios desconectados del circuito. Si la impedancia es menor a la requerida por NFPA No. 99, analice el sistema y corrija el problema.

5. Pruebe el MAL (LIM) para asegurar un punto de la alarma adecuado. Para realizar esta prueba, coloque una resistencia entre una línea y tierra para que actúen como una impedancia de falla. La impedancia de falla se debe insertar directamente en el MAL con todo el alambrado secundario desconectado. Use la siguiente ecuación para calcular la impedancia de falla:

E = Voltaje del sistema

R = Impedancia de Falla en Ohms

I = Corriente de inicio de alarma - corriente peligrosa en el monitor en el punto de operación en amperes.

$$R = \frac{E}{I}$$



Para una falla capacitiva, use la siguiente ecuación:

E = Voltaje del Sistema

R = Impedancia de Falla Calculada con la Ecuación Anterior en Ohms

C = Capacitancia en Farads

$$C = \frac{1}{0.377R}$$

Con una impedancia del 10% del valor anterior en el MAL (LIM), debe sonar la alarma: si no lo hace, póngase en contacto con el fabricante.

NFPA No. 99 recomienda que se use la siguiente fórmula para probar el MAL (LIM) ante una falla:

$R = 200 \times \text{Voltaje del Sistema}$, por ejemplo, si un sistema mide 120 volts, la impedancia de falla sería:

$$\begin{aligned} R &= 200 \times 120 \\ &= 24 \text{ K ohms} \end{aligned}$$

Para una continuidad apropiada, antes de su uso inicial, pruebe el sistema de tierra asociado con el sistema de energía aislado. Para realizar esta prueba haga circular 20 amperes entre la barra de tierra en el panel de aislamiento y los puntos aterrizados en los receptáculos y conectores de tierra. La diferencia de potencial medida entre estos dos puntos no debe exceder un volt. Si es mayor a un volt, inspeccione la tierra para determinar si la corriente y el calibre del cable son apropiados. La prueba de tierra de 20 amperes también puede verificar que todas las partes metálicas dentro de la sala estén adecuadamente aterrizadas. Para realizar esta prueba, coloque las sondas de medición entre las superficies metálicas y la barra de tierra de la sala; verifique la conexión a tierra. Esta prueba se puede realizar también con un ohmetro de 0-0.1 ohms.

Realice esta prueba periódicamente, de acuerdo con el siguiente programa:

- Pruebe mensualmente el botón test para probar. Verifique las alarmas asociadas y las funciones de silenciar.
- Calcule la impedancia de falla externa cada seis meses. En esta ocasión, tome las lecturas del MAL (LIM) con todos los interruptores cerrados y con todos los interruptores abiertos. Esto proporciona la historia de operación para el sistema de alambrado instalado permanentemente. Si estos valores se incrementan significativamente, inspeccione el sistema y tome acciones correctivas.

Adaptadores y Cables de Extensión

El uso de cables de extensión en áreas de paciente y en lugares de anestesia, a menudo representa un riesgo eléctrico. Aun cuando los cables de extensión ofrecen flexibilidad, a menudo se abusa de ellos. Estos cables pueden quedar en áreas de tráfico en donde la gente camina sobre ellos y pueden enrollarse sobre los equipos. También pueden pasar por lugares que contengan líquidos. Es más seguro instalar un número suficiente de receptáculos accesibles que usar cables de extensión.

Mantenimiento del Equipo Médico

El creciente uso de instrumentos biomédicos representa otra responsabilidad de mantenimiento. Los hospitales deben establecer programas rutinarios para probar y mantener tales equipos.

El programa de mantenimiento se debe aplicar a todas las áreas de cuidados de pacientes; pero es de la mayor importancia para unidades de cuidados especiales, en donde se encuentran pacientes seriamente enfermos y los equipos más complejos. La cantidad de equipo presente varía de acuerdo al hospital, afectando la complejidad del programa. Sin embargo, en todos los programas de prueba de equipo médico se pueden encontrar los siguientes aspectos:

- Un procedimiento establecido que asegure que el equipo sirve al propósito para el cual se esperaba; esto es que sea seguro, confiable y la mejor elección para ese propósito.
- Especificaciones que deben ser enviadas para el fabricante antes de la renta/compra del equipo.
- Un apoyo adecuado a los clientes por parte del fabricante, asegurando la asistencia técnica, la reparación y las consultas conforme se necesiten, inspecciones periódicas, calibración y mantenimiento preventivo.
- Inspecciones muy amplias, inmediatas cuando se considere como posibilidad el mal funcionamiento o un choque.
- Monitoreo cercano de los servicios suministrados por proveedores externos.
- Un sistema de seguimiento/reportes que proporcione un control efectivo y un mantenimiento de los registros.
- Entrenamiento sobre servicio que asegure un uso efectivo del equipo médico.



Personal de Prueba

Los hospitales pueden elegir su propio personal de ingeniería médica, para compartirlo con otros hospitales o contratarlo con un proveedor externo para que le dé servicio al equipo médico. Cada hospital debe elegir la mejor opción para estos propósitos.

El tamaño del hospital, la presencia de otros hospitales en el área y la demografía regional le ayudará a cada hospital a tomar las decisiones adecuadas con respecto al personal de pruebas.

Corriente de Fuga

Todo el equipo portátil tiene un potencial de corriente de fuga. Pruebe periódicamente estos equipos y etiquételos indicando las lecturas de corriente de fuga. En el equipo que se conecta directamente a los pacientes se debe verificar la corriente de fuga de los cables que se conectan a éstos. Cada hospital necesita mantener el equipo de prueba necesario para llevar a cabo estos procedimientos de prueba.

Programas de Prueba

La plantación e implantación de un programa de control de equipo médico, debe incluir los siguientes factores:

- Al planear y desarrollar el programa, el hospital debe contar con asistentes de ingeniería competentes y objetivos sobre ingeniería biomédica.
- Debe existir un comité que se reúna con el único propósito de control de equipo médico.
- Todo el equipo médico se tiene que definir e inventariar
- Para el control del equipo, el hospital debe valorar varias opciones, en lugar de escoger el programa más fácil o de más disponibilidad.
- Es necesario tener servicios de ingeniería médicos adecuados.
- Se debe rentar/adquirir y mantener en el sitio el equipo de prueba necesario.
- El hospital debe desarrollar procedimientos, especificaciones y componentes adicionales del programa que cumplan sus necesidades.



Productos Médicos

Los componentes de aislamiento para hospitales de Square D eliminan la dificultad de coordinar un sistema de distribución efectivamente aislado, para lugares de anestesia en hospitales y áreas de pacientes eléctricamente susceptibles.

En la fábrica se desarrolla la ingeniería de los componentes, se alambra y se prueban ampliamente para proporcionar lo último en protección, confiabilidad y facilidad de instalación.

Transformador de Aislamiento

El corazón del sistema es el transformador de aislamiento de Square D. Ya que en aplicaciones en hospitales es importante una operación silenciosa, Square D siguió un criterio de diseño muy rígido para proporcionar una unidad de transformador núcleo/bobinas que es virtualmente inaudible. Se garantizan niveles de ruidos de 27 db o menos en unidades de 5 kVA y menores, y de 35db para unidades de 7.5 kVA y mayores.

El transformador usa los materiales de aislamiento clase H, los más finos disponibles. De acuerdo a las normas NEMA-ANSI, este sistema de aislamiento permite una elevación de temperatura de 150°C sobre 40° C de temperatura ambiente. Sin embargo, Square D limita la elevación de temperatura del transformador de aislamiento a menos de 55°C, asegurando aún más la confiabilidad del sistema.

Es importante aislar el sistema de la sala de operaciones de los servicios normales del edificio. Tome todas las medidas de seguridad posibles para garantizar las propiedades del transformador de aislamiento. Para lograr esto, Square D proporciona un blindaje electrostático entre los devanados primario y secundario, como equipo estándar en todos los transformadores usados en sistemas de aislamiento para hospitales. Aun cuando no es un requerimiento por los reglamentos de NFPA, este blindaje es muy recomendado por los ingenieros líderes en el campo.

Se ha discutido mucho acerca de si es necesario el blindaje electrostático en un transformador usado en los sistemas de aislamiento de hospitales, aun cuando el blindaje hace que el diseño eléctrico del núcleo sea más difícil, las dos características siguientes lo hacen deseable:

1. El blindaje establece un plano de tierra entre el primario y el secundario. En un transformador sin blindaje se presenta una condición potencialmente peligrosa si por cualquier razón falla el aislamiento entre el primario y el secundario. Cuando esto sucede, una trayectoria de baja resistencia conectaría eléctricamente una vuelta del devanado primario con otra del secundario. El transformador funcionaría eléctricamente sin que esta falla se haga notoria.

Solamente un monitor de aislamiento de línea conectado al secundario indicaría el problema.

En la Fig. 11 la falla ocurrió en "X". En efecto, esto aterriza el secundario a través del primario, el potencial secundario de línea a tierra depende de la porción del devanado primario entre tierra y la falla, más o menos la porción del devanado secundario. En un transformador de 120-120 volts, podría estar entre un volt hasta aproximadamente 240 volts. Una persona que haga contacto con el cable secundario y tierra, complementaría el circuito, fluyendo la corriente a través de su cuerpo.

Si la misma falla de la figura 11 ocurriera en un transformador con blindaje, causaría un flujo de alta corriente en el primario. Esto ocasiona que el interruptor primario abra, sacando de servicio la unidad.

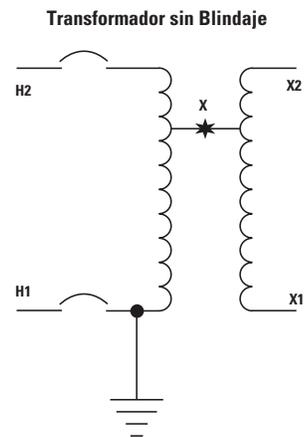
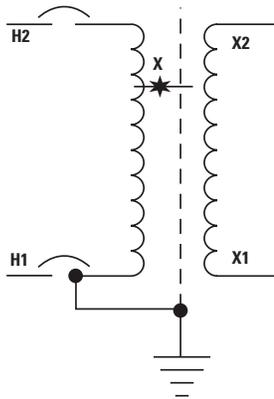


Fig. 11

Debido a que el devanado secundario de un transformador de aislamiento no está puesto a tierra, una falla entre primario y secundario podría no hacer disparar al interruptor. El resultado es un voltaje secundario altamente peligroso (primario + secundario), ocasionado por la acción de autotransformador.



Transformador con blindaje



Las fallas en el primario, las cuales normalmente ocasionan una condición peligrosa en el voltaje secundario, se cortocircuitan a través de la pantalla, activando de esta forma el dispositivo primario de protección.

Fig. 12

2. El blindaje atenúa las armónicas de alta frecuencia que son recogidas por los conductores, actuando como antenas, o por los disturbios que se generan comúnmente por los equipos que se usan en otros lugares, tales como el Diatermia y Rayos X.

Las características de atenuación del blindaje evitan que la mayoría de las señales se alimenten del sistema de distribución y pasen a otros equipos de tratamiento o monitoreo.

Interruptor de Protección

Todos los sistemas aislados para hospitales de Square D incluyen un interruptor primario y una cantidad suficiente de interruptores secundarios de dos polos, para cumplir con las especificaciones de los ingenieros consultores.

Gabinetes de Uso Rudo

Las cajas de los gabinetes se construyen de acero calibre 12, el cual está desengrasado, fosfatizado, con un acabado en pintura homeada color gris. Las cajas se diseñan para montaje de embutir, pero a solicitud están disponibles para montaje de sobreponer. La cubierta frontal es de acero inoxidable No. 304, con un acabado cepillado No. 4, lo que asegura la resistencia a la corrosión y facilidad de limpieza.

Los tableros de aislamiento Square D usan un gabinete no ventilado. La cubierta no tiene rejillas ni mallas para circulación de aire, lo que contribuye a una limpieza segura y fácil. Más importante aún, el aire de la sala no circula a través del comportamiento del transformador, evitando el peligro de que crezcan bacterias en el compartimiento caliente. Las puertas embisagradas, de acceso al interruptor de frente muerto y al comportamiento del MAL (LIM), cuenta con un bloqueo para evitar el acceso no autorizado. El diseño previene el acceso accidental a la sección del transformador cuando los interruptores o los circuitos de prueba del MAL (LIM) estén operando.

Instalación Convencional

El sistema aislado para hospitales de Square D fue diseñado para que los contratistas eléctricos lo instalen en una forma conveniente y económica. Las unidades son alambradas y probadas totalmente en fábrica. El alambrado en campo simplemente requiere la conexión de los alimentadores primarios y de los circuitos secundarios a terminales claramente identificadas. Las cajas posteriores para los tableros de aislamiento y otros módulos se pueden embarcar al sitio de trabajo para "los trabajos pesados" antes que los interiores. Los interiores se pueden embarcar en fecha posterior.





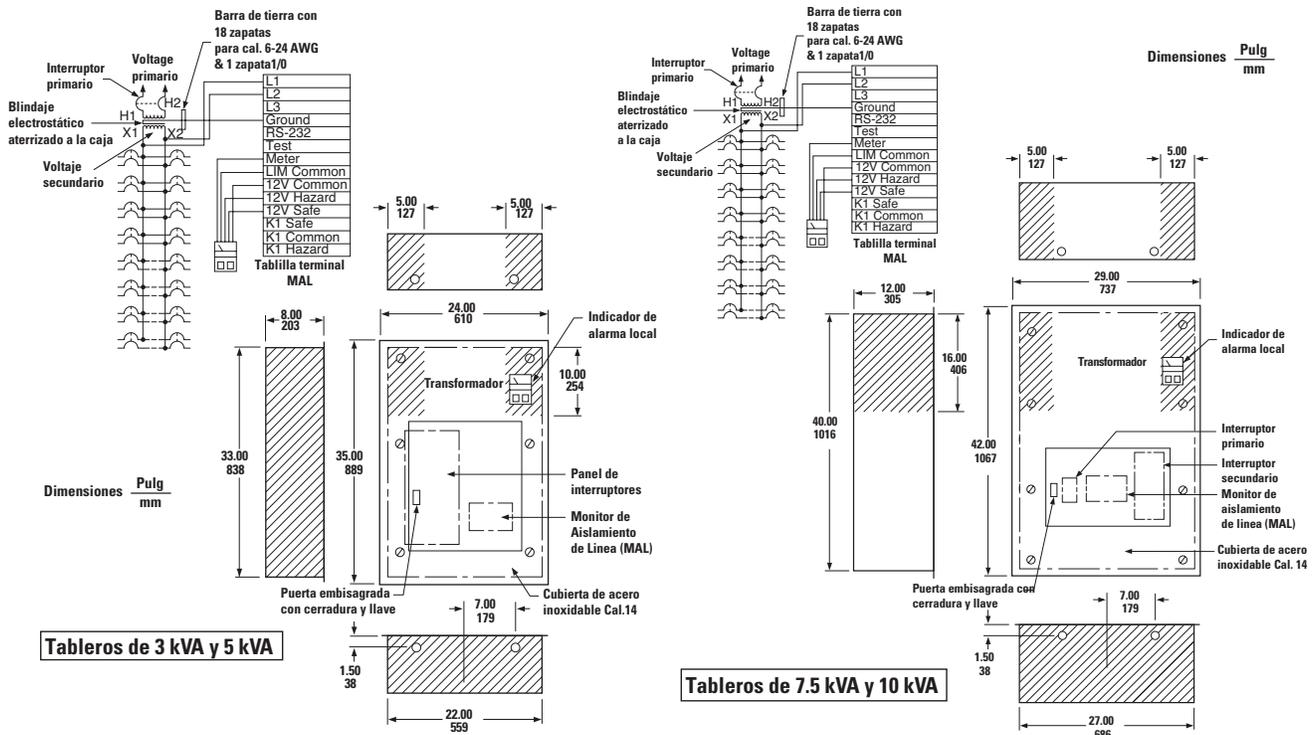
Tableros para Salas de Operación.

Esta unidad es la más comúnmente usada para alimentar 120 volts a los receptáculos en una sala de operación; sin embargo, su uso no está restringido exclusivamente a esa aplicación. También se puede usar en áreas de cuidados críticos. Este tablero incorpora el transformador de aislamiento estándar de corrientes de bajas fugas, blindado electroestáticamente, Clase H-55° C de elevación, con un nivel de ruido de 27 decibeles, un interruptor primario, ocho interruptores secundarios de dos polos y el monitor de aislamiento de línea MAL (LIM) de Square D, Iso-Gard. El tablero es no ventilado y tiene una cubierta de acero inoxidable No. 304, con un acabado cepillado No. 4. Bajo condiciones de plena carga continua y una temperatura normal en el hospital, la temperatura total de la cubierta frontal del tablero no será mayor a 48°C.

Para los indicadores de alarma montados en el tablero que puede usted agregar en este caso, vea la pág. 34.

Estos tableros están listados por UL bajo la sección 1047, Equipos de Sistemas de Energía Aislados.

Square D también cuenta con una línea de tableros de aislamiento trifásicos para suministrar energía a equipos especializados en las salas de operaciones, tales como las mesas de las salas de operaciones, y máquinas de electrocirugía láser.



kVA	Tensión Primaria	Tensión Secundaria	Interruptor Primario	Interruptores Secundarios (ver nota 1)	No. Cat. Interior	No. Cat. Frente	No. Cat. Caja para Embutir	No. Cat. Caja para sobreponer	Transformador XFMR
3	120	120	30A	8-20A	3H5S11DDI	OR 24350	53013BB	53017BB	Ver nota 2
3	240	120	20A	8-20A	3H5S31DDI	OR 24350	53013BB	53017BB	Ver nota 2
5	120	120	60A	8-20A	5H5S11DDI	OR 24350	53013BB	53017BB	Ver nota 2
5	240	120	30A	8-20A	5H5S31DDI	OR 24350	53013BB	53017BB	Ver nota 2
7.5	120	120	80A	8-20A	7H5S11DDI	XR 29420	53015BB	53019BB	7X R 11
7.5	240	120	40A	8-20A	7H5S31DDI	XR 29420	53015BB	53019BB	7X R 31
10	120	120	100A	8-20A	10H5S11DDI	XR 29420	53015BB	53019BB	10 XR 11
10	240	120	60A	8-20A	10H5S31DDI	XR 29420	53015BB	53019BB	10 XR 31

Notas: 1. Todos los tableros contienen 8 interruptores derivados de 2 polos y son convertibles en campo de 8 a 16 interruptores de 2 polos. Ordene correctamente el No. de Cat. del interruptor derivado Q0220.
 2. El interior incluye el transformador de 3 kVA y 5 kVA.

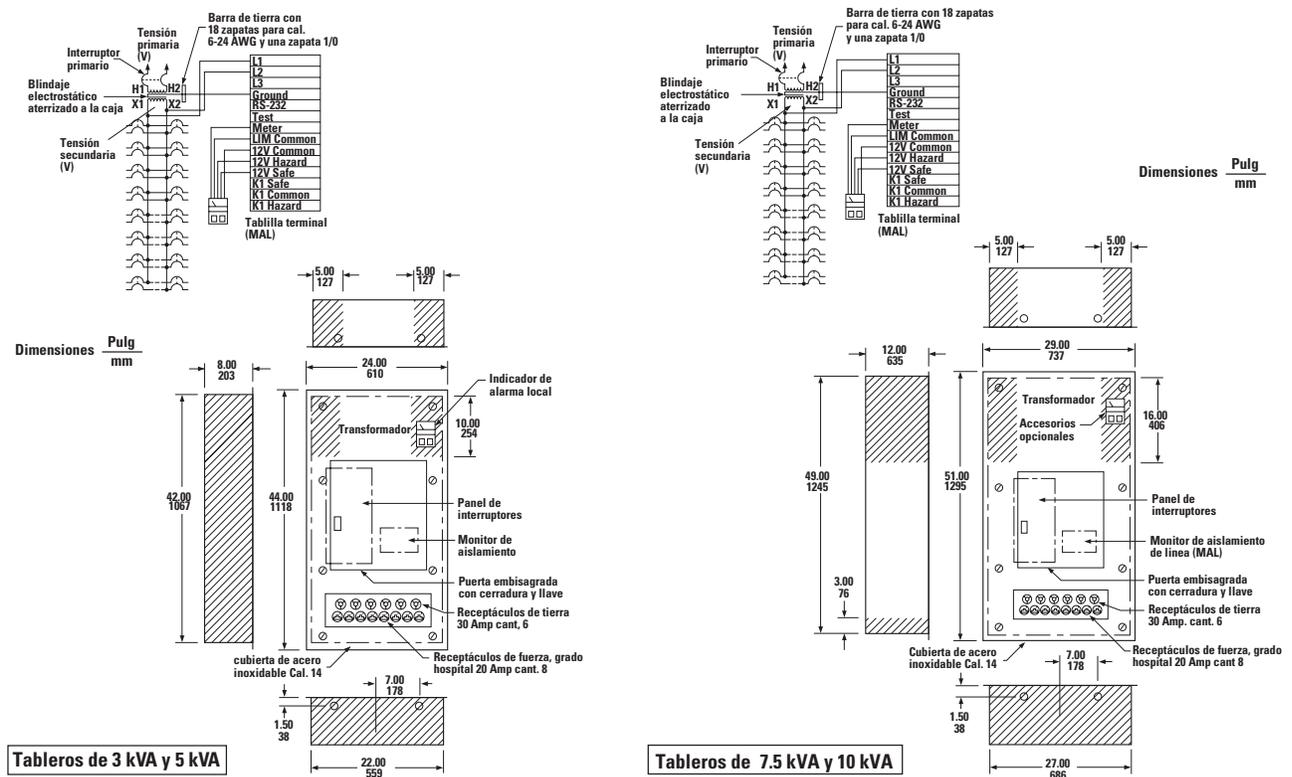


Tableros para Cuidados Intensivos/Cuidados Coronarios

Estos tableros incluyen los mismos componentes y características que los tableros de salas de operaciones de la página anterior. Contienen también ocho receptáculos de energía y seis conectores de tierra aprobados, los cuales se conectan a la barra de tierra para unir el equipo fijo y la tierra estructural del edificio. Los receptáculos son del tipo "grado hospital". A solicitud, están disponibles receptáculos de media vuelta "Twist lock".

Aun cuando el tablero está diseñado para satisfacer las necesidades de una cama de cuidados coronarios o cuidados intensivos, ha sido aplicado ampliamente para suministrar energía dentro de las salas de procedimientos especiales, en laboratorios cardiovasculares y salas de operaciones generales.

Para los indicadores de alarmas montados en el tablero que puede agregar en este caso, ver la página 34.



kVA	Voltaje Primario	Voltaje Secundario	Interruptor Primario	Interruptores Secundarios (ver nota 1)	No. Cat. Interior	No. Cat. Frente	No. Cat. Caja para Embutir	No. Cat. Caja para sobreponer	Transformador XFMR
3	120	120	30A	8 -20A	3H5S11DDDI	IC24440	53014BB	53018BB	Ver nota 2
3	240	120	20A	8 -20A	3H5S31DDDI	IC24440	53014BB	53018BB	Ver nota 2
5	120	120	60A	8 -20A	5H5S11DDDI	IC24440	53014BB	53018BB	Ver nota 2
5	240	120	30A	8 -20A	5H5S31DDDI	IC24440	53014BB	53018BB	Ver nota 2
7.5	120	120	80A	8 -20A	7H5S11DDDI	IC29510	53029BB	53037BB	7XR11
7.5	240	120	40A	8 -20A	7H5S31DDDI	IC29510	53029BB	53037BB	7XR31
10	120	120	100A	8 -20A	10H5S11DD DI	IC29510	53029BB	53037BB	10XR11
10	240	120	60A	8 -20A	10H5S31DD DI	IC29510	53029BB	53037BB	10XR31

Notas: 1. Todos los tableros contienen 8 interruptores derivados de 2 polos y se pueden adicionar en campo de 8 más para tener un total de 16 interruptores de 2 polos. Ordene correctamente el No. de Cat. del interruptor derivado Q0220.

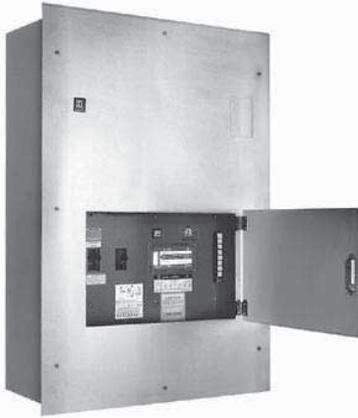
2. El interior incluye el transformador de 3 kVA y 5 kVA.

3. Para tablero disponible con receptáculos de media vuelta twist lock, grado hospital. Cambie en el Catálogo del interior la primera letra D por C (Ejemplo 3H5S11DDDI cambiaría a 3H5S11CDDDI).



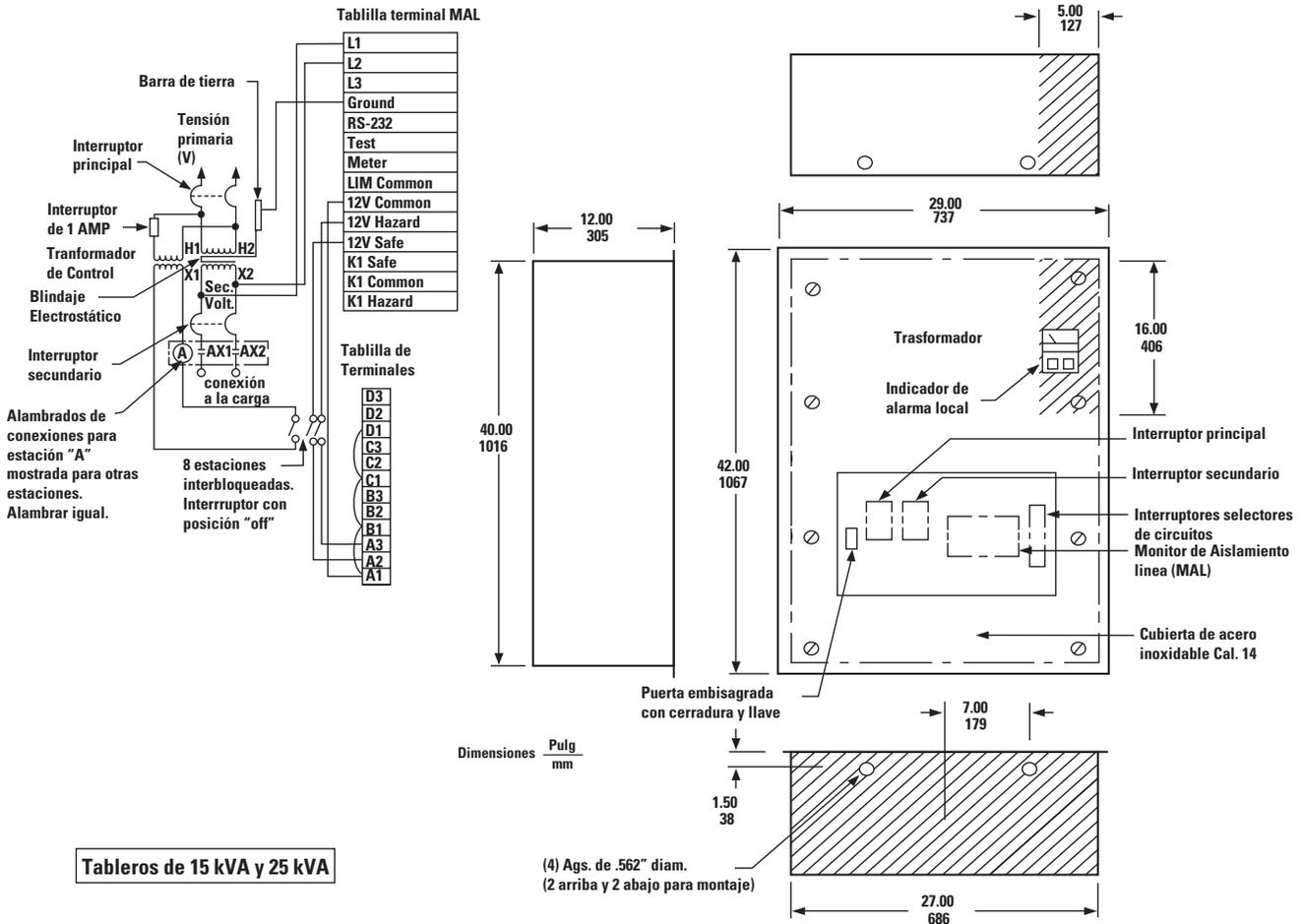
Tableros para Rayos "X" y Accesorios

El tablero de aislamiento Square D para equipos portátiles de rayos X, está diseñado para proporcionar servicio eléctrico económico para los contactos de equipos de rayos X portátiles.



Este tablero alimenta 8 lugares dentro del hospital. Los circuitos de interbloqueo evitan que se use en más de un lugar en un tiempo determinado. Consecuentemente, el MAL (LIM) monitorea solamente el alambrado y su corriente de fuga inherente de un solo receptáculo. Las estaciones indicadoras de alarma remotas se deben localizar en el lugar del receptáculo. Una estación de botones localizada en el tablero controla el sistema de interbloqueo. Si la localización del tablero es inaccesible o inconveniente para operarse por el personal, está disponible la estación de botones en un módulo separado, la cual se puede instalar en el cuarto de enfermeras o en cualquier otro lugar adecuado.

Para los indicadores de alarma montados en el tablero que se pueden agregar en este caso, vea la página 34.



kVA	Tensión Primaria (V)	Tensión Secundaria (V)	Interruptor Primario	Interruptores Secundarios (ver nota)	No. Cat. Interior	No. Cat. Frente	No. Cat. Caja para Embutir	No. Cat. Caja para sobreponer	Transformador XFMR
15	240	240	90A	Interruptor Secundario 60 Amp	15H5S33DDI	XR29420	53015BB	53019BB	15XR33
15	480	240	40A	Interruptor Secundario 60 Amp	15H5S33DDI	XR29420	53015BB	53019BB	15XR33
25	240	240	125A	Interruptor Secundario 60 Amp	25H5S33DDI	XR29420	53015BB	53019BB	25XR33
25	480	240	65A	Interruptor Secundario 60 Amp	25H5S33DDI	XR29420	53015BB	53019BB	25XR33

Notas: Hasta 8 salidas pueden ser controladas desde el tablero. No deben instalarse circuitos derivados a más de 150 pies (45 m) de longitud.



Tableros para Rayos X y Accesorios

Tableros para Rayos X y Accesorios

Receptáculos para Rayos-"X" (XR-IAI) y Módulo indicador (IA-1C)

Esta unidad contiene un receptáculo para rayos X monofásico aprobado para 240 volts, 60 amperes más los indicadores remotos de alarmas.



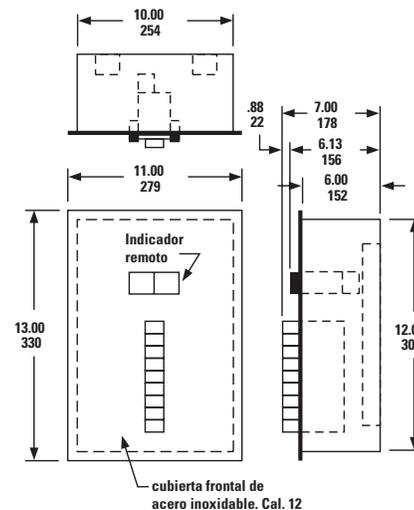
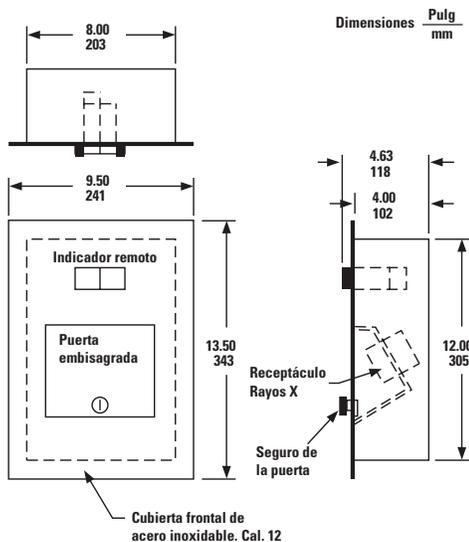
Nota: El montaje de la unidad será mínimo a 48" de altura sobre el nivel del piso terminado.
Solicitar caja de montaje 53007BB.

Módulo de Supervisión para Tablero de Rayos X (8CI-IAI)

Esta unidad es una estación remota para control del receptáculo de energía de rayos X portátil.



Nota: Cuando solicite el 8CI-IAI, modifique el número del interior del panel de rayos X cambiando la segunda "D" por una "N"; esto es, cambie 15H552DDI por 15H552DNI.
Solicitar caja de montaje 53004BB.



Indicadores de Alarma Montados en el Tablero

Los indicadores de alarma montados en el tablero están diseñados para usarse con los tableros Square D para salas de operación, cuidados intensivos/cuidados coronarios y rayos X. Las alarmas indican la condición del MAL (LIM). Disponibles como accesorios opcionales, estas alarmas incluyen varias combinaciones de lámparas indicadoras (verde = seguro, amarillo = silenciar, rojo = peligro), alarmas audibles y microamperímetros. Se suministran con placas de acero de cubierta inoxidable.

Cada modelo, contiene una bocina de alarma. Para silenciar la bocina presione el botón iluminado en color verde. Cuando la alarma es silenciada, la mitad inferior del botón se ilumina de color amarillo.

Para facilidad de instalación, en cada tablero Square D se proporciona el espacio de montaje.

ORIC-A

El modelo completo, con lámparas indicadoras verde, amarilla y rojo, montadas sobre la placa cubierta de acero inoxidable, más una alarma audible.



ORIC-A

ORIC-A5C

Ambas unidades son suministradas con lámparas indicadores verde, amarilla y roja, más un microamperímetro montado en la placa cubierta de acero inoxidable. Incluye una alarma audible. *El ORIC-A5C tiene un microamperímetro de 5 mA.*



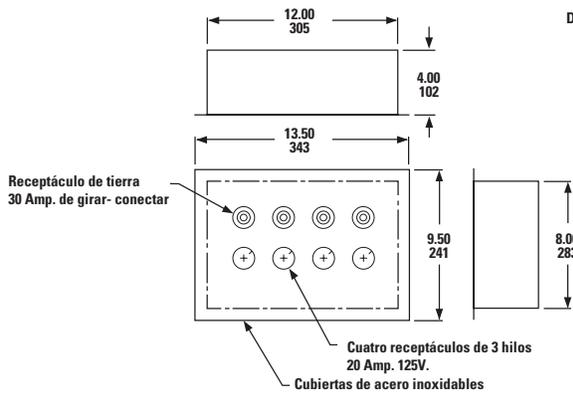
ORIC-A5C



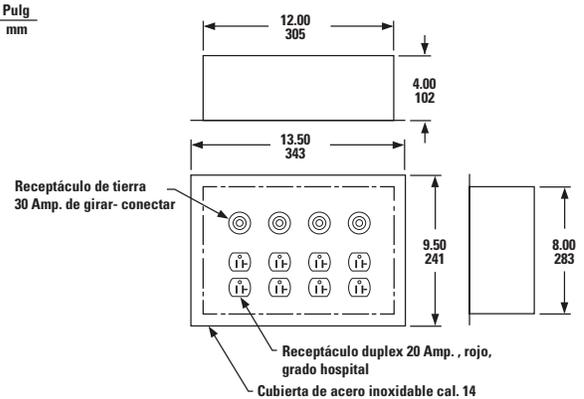
Módulos de Fuerza/Tierra

Este módulo ofrece gran conveniencia y ahorra mano de obra en el alambrado de campo cuando se requieren tanto extensiones de tierra enlazadas como receptáculos de fuerza. Esta unidad incluye cuatro receptáculos de fuerza, cuatro conectores de tierra y una barra de tierra con un gran número de zapatillas para conexiones de puesta a tierra externas.

La conexión de tierra principal en el módulo puede alojar un cable de hasta 1/0. Esta unidad se alambra completamente en la fábrica; solamente son necesarias las conexiones de energía y de tierra en el campo. La cubierta frontal es de acero inoxidable No. 304, con un acabado cepillado No. 4.



Nota: Solicitar caja de montaje 53007BB para cualquiera de ellos.



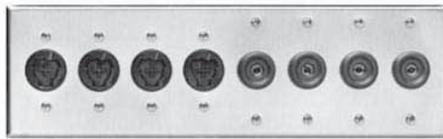
Nota: Cuando se requieren receptáculos de energía con navajas paralelas y ranura U para tierra, se debe usar el RMD-120-4N.



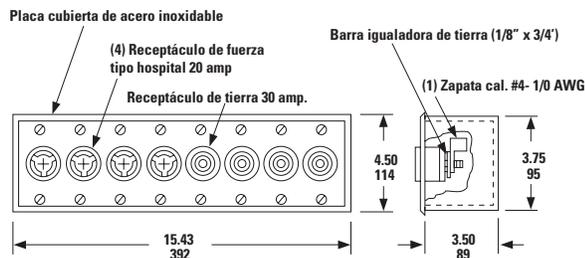
Módulos de Fuerza/Tierra

Estos módulos contienen tanto receptáculos de tierra, como receptáculos de fuerza, pero no incluyen una barra de tierra con zapatas. Para la conexión de tierra de entrada se incluye una zapata para conductor calibre # 2 hasta el #14. No se incluyen las cajas posteriores, ya que estos módulos usan cajas de conectores eléctricos múltiples estándar.

Estos módulos se pueden usar en donde se requieran conectores de tierra y receptáculos adicionales, pero que no sean necesarias zapatas para puesta a tierra física de los equipos no eléctricos.



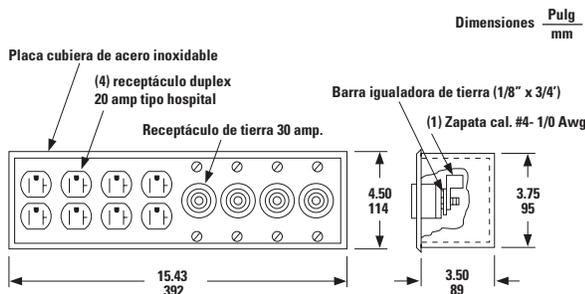
RM-50-4NI



Nota: La caja posterior no se suministra.



RMDR-50-4NI

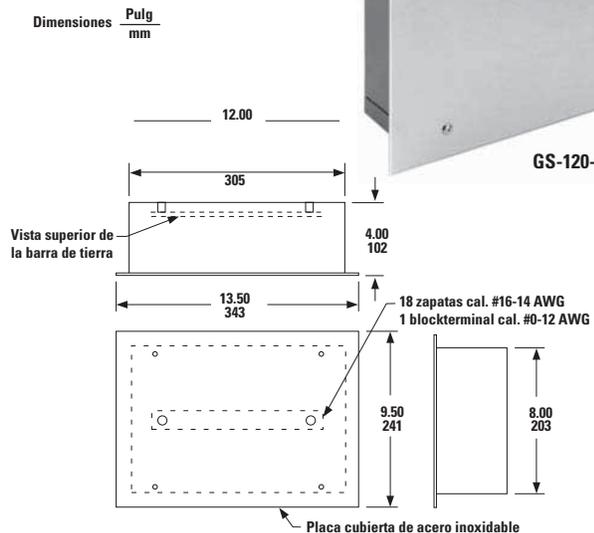


Nota: La caja posterior no se suministra.

Módulo de Estación Maestra de Puesta a Tierra

Esta unidad se puede usar como un punto de colección de las terminales de puesta a tierra en una amplia área, tal como en un pabellón de cuidados coronarios o cuidados intensivos. Su aplicación principal es donde no está adecuadamente localizada la barra de tierra del equipo en el panel de distribución de emergencia, o no puede aceptar un gran número de conexiones que pudieran ser requeridas en el área.

Los tableros se pueden conectar a ese punto mediante un solo conductor; se puede colocar en el lugar más conveniente. La unidad contiene una barra con 1 zapatas para conexiones de campo. Para una buena apariencia y facilidad de limpieza tiene una placa cubierta de acero inoxidable cepillada tipo No. 304.

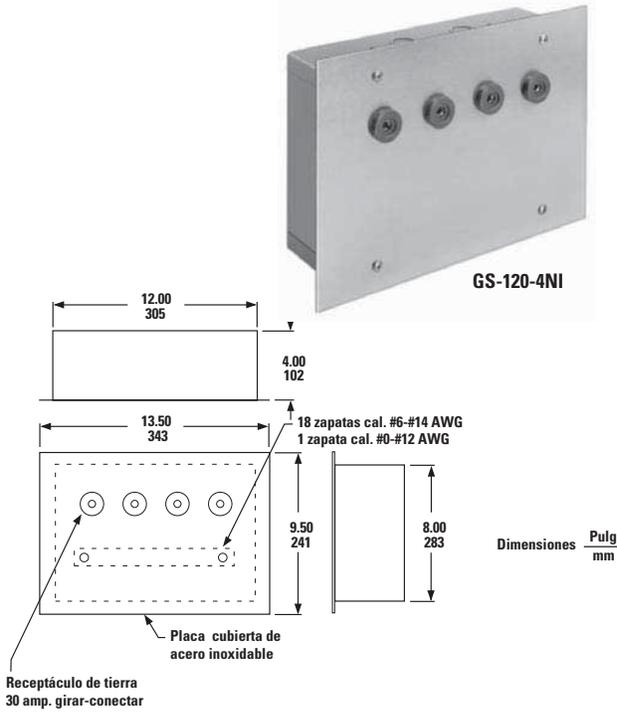


Nota: Solicitar la caja de montaje 53007BB.



Módulos de Tierra

Ideales como extensiones de barras de tierra para facilitar las conexiones de tierra en salas de operación grandes. Estas unidades contienen cuatro conectores de tierra y una barra. Se suministran con cubierta de acero inoxidable cepillada tipo No. 304.

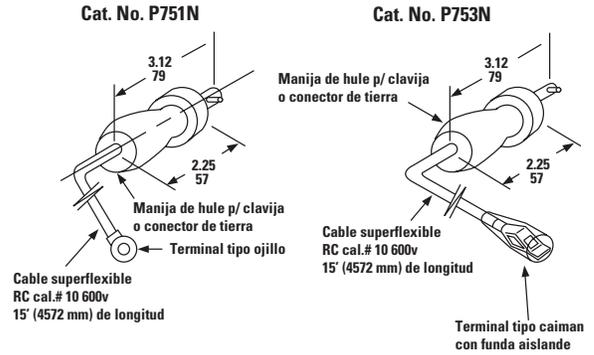


Notas: Solicitar la caja de montaje 53007BB



Cables de puesta a Tierra con Terminales

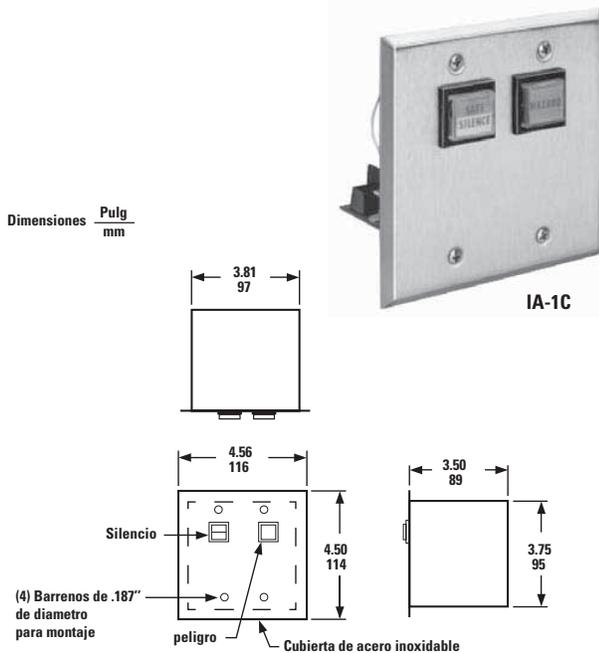
Ofrecemos varios tipos de cables de puesta a tierra ensamblados. El cable es un conductor de cobre extra flexible No. 10 con una cubierta de neopreno verde. El diámetro total de cable es de 5/16". Los cables están diseñados para soportar un uso rudo. El cable está crimpado tanto al conductor como al aislamiento, para proporcionar la máxima liberación de esfuerzos. El plug (la clavija) cuenta con una manija grande de hule.



Indicadores de Alarma y Anunciadores

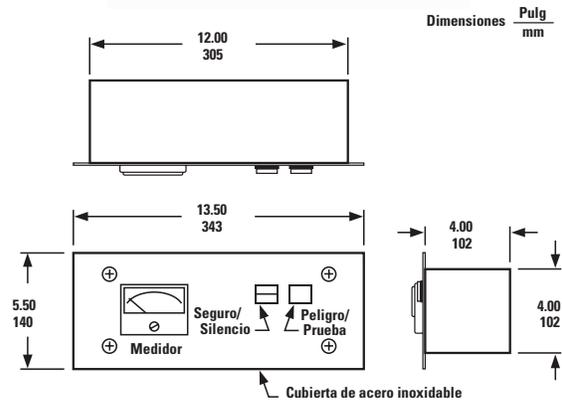
IA-1 C Indicador de Alarma Remoto

Instale el indicador de alarma arriba del nivel de piso 5 pies (1524 mm) en cada sala de operación o anestesia. Asegúrese que son visibles claramente al personal. Cuando la corriente de fuga hacia tierra está dentro de los límites predeterminados para los circuitos que se están monitoreando, una lámpara verde permanece iluminada continuamente. Cuando se excede este valor predeterminado, la lámpara verde se apaga, iluminándose un indicador rojo y sonando la señal audible. Presione el botón de silenciar para desconectar la señal. Se ilumina entonces el indicador amarillo, recordándole al personal que la señal está desconectada. Cuando la corriente de fuga hacia la tierra regresa a un nivel aceptable, la unidad se restablece automáticamente.



M5-IAI Módulo indicador y Microampérmetro

Ya que los dispositivos están energizados durante una cirugía, algunos médicos prefieren monitorear la corriente de fuga del sistema aislado. Este indicador de alarma remoto contiene un microampérmetro similar al que se instala en el panel, así como una instalación de prueba completa del interruptor.



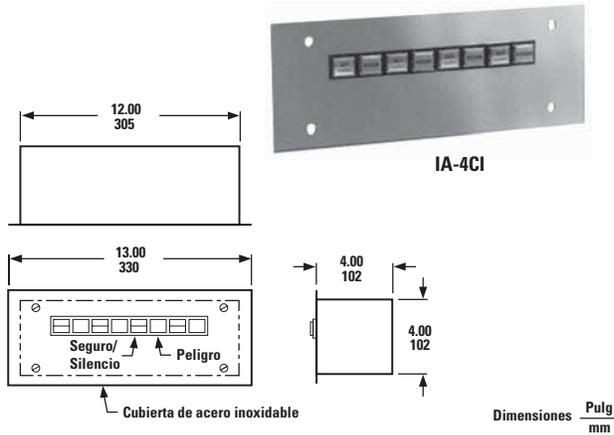
Nota: Solicitar la caja de montaje 53008BB.

Nota: La caja posterior no se suministra.



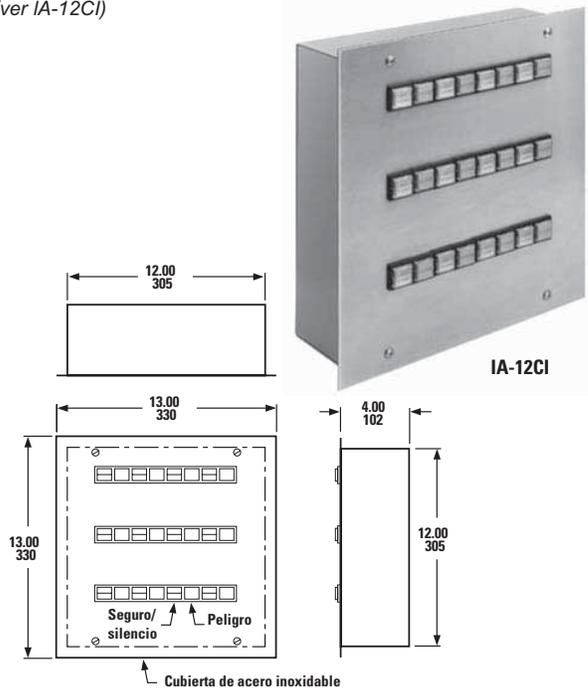
Indicadores de Alarma y Anunciadores Remotos
Módulo Anunciador para 1 a 4 Circuitos

Los indicadores de alarmas remotas de Square D están disponibles en un módulo anunciador para el monitoreo en un solo lugar centralizado. Los reglamentos requieren que se coloque un indicador de alarmas en cada sala de operaciones. Muchos hospitales consideran necesario monitorear cada sala de operaciones en un lugar centralizado. Estas unidades combinadas de módulo anunciador satisfacen esta necesidad. (ver IA-4CI)



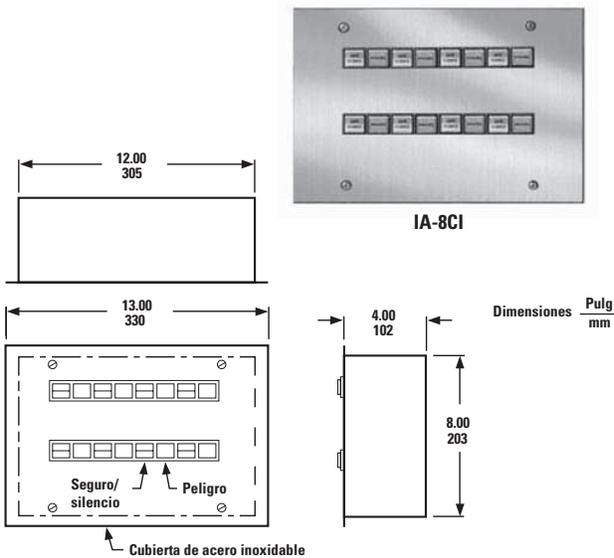
Módulo Anunciador para 9-12 Circuitos

Similar al anterior, excepto que está diseñado para 9-12 circuitos. (ver IA-12CI)



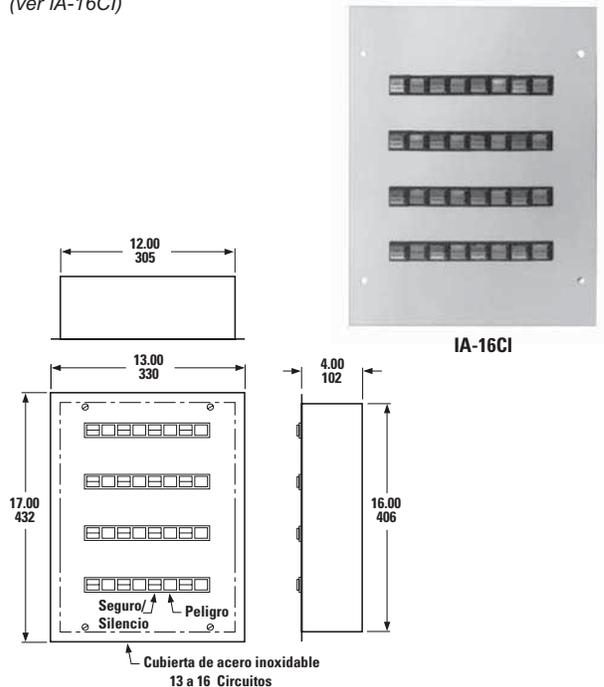
Módulo Anunciador para 5-8 Circuitos

Esta unidad está disponible ya sea para montaje de sobreponeo o de empotrar, para usarse como una cantidad total de 5 a 8 circuitos. (ver IA-8CI)



Módulo Anunciador para 13-16 Circuitos

Igual que el anterior, excepto que está diseñado para 13-16 circuitos. Si usted necesita módulos anunciadores con un mayor número de circuitos, póngase en contacto con su representante local de Square D para las dimensiones y costo. (ver IA-16CI)



ISO GARD Monitor de Aislamiento de Línea MAL (LIM).

El Iso-Gard, Monitor de Aislamiento de Línea MAL (LIM) es una quinta generación distinta de monitores de aislamiento de línea. Usa tecnología de microprocesadores que mejoran el desarrollo, versatilidad y confiabilidad de esta unidad sobre cualquier MAL (LIMs) previo. Este monitor es incluido como un componente estándar de todos los tableros de aislamiento de hospitales Square D. El Iso-Gard MAL (LIM) puede también adquirirse por separado e instalarse como repuesto de cualquier monitor de aislamiento de línea anterior.

La línea de Monitores de Aislamiento de Línea Iso-Gard (LIM) exhibe un monitor de corriente de peligro y una columna de alarma, que habilita a la unidad a sonar una alarma a 5.0 mA de corriente peligrosa. Este es significativamente mejor que las otras marcas disponibles en el mercado, con sonido de entre 4.75 mA y 5.0 mA. El MAL Iso-Gard (LIM) además se auto restablece y auto calibra cada 65 minutos, eliminando la necesidad de probar periódica y manualmente la unidad.

El MAL Iso-Card (LIM) tiene las siguientes capacidades:

- Voltajes de operación de 85 hasta 265 VAC.
- Niveles de alarma de riesgo de corriente de 3.0 ó 5.0 mA.
- Operación ya sea 50 ó 60 Hz.
- Operación ya sea como unidad monofásica o trifásica.

Con esta selección de capacidades, el MAL Iso-Gard (LIM) puede cumplir los requerimientos de cualquier aplicación. Características externas del Iso-Gard (LIM) que incluyen:

- Placa de características que es fácil de leer y entender, con una superficie suave para facilitar la limpieza y dar agradable apariencia.
- Ambos indicadores de corriente de riesgo son análogo y digital.
- Tono audible único para evitar la confusión con otros equipos de sonido en el cuarto de operación.



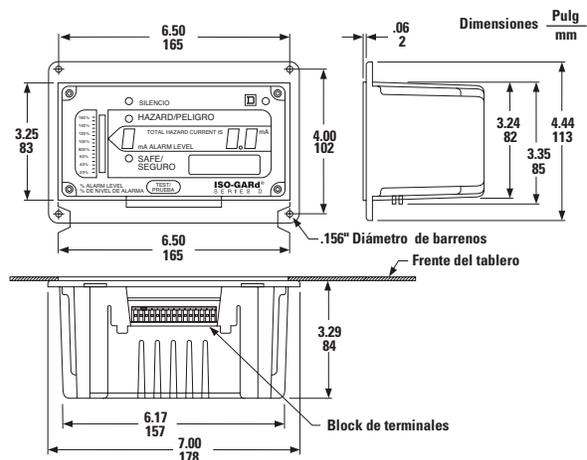
IGD

El MAL Iso-Gard (LIM), con su tecnología basada en micro-procesador, es impenetrable a todos los tipos de interferencia de ruidos eléctricos, que se encuentran en cuartos de operación de hospitales. Al mismo tiempo, el MAL Iso-Gard (LIM) usa una metodología avanzada para monitorear la corriente de riesgo sin interferir con otros equipos sensitivos de monitoreo de pacientes.

En virtud de que el MAL Iso-Gard (LIM) usa tecnología de procesamiento de señal digital, un puerto óptico en serie es provisto al frente de la unidad. Los usuarios pueden recolectar datos periódicos del desarrollo desde el MAL Iso-Gard (LIM) y enviarlos directamente a sus estadísticas de mantenimiento PC-basados, sin la necesidad de llevar estadísticas manualmente. Para esta característica se requiere de una lap-top PC con un puerto óptico en serie.

La unidad tiene un juego extra de contactos secos normalmente abiertos y cerrados, para usarse con otros sistemas de alarma externos. Las alarmas remotas Square D para el MAL Iso-Gard (LIM) operan a 12 VAC y no agregan corriente peligrosa adicional al sistema de aislamiento de poder que está siendo monitoreado. La unidad puede además tener medidores análogos externos, tal como se encuentra en muchas unidades de alarma remota, como la Alarma Remota Square D con Ampérmetro (Catálogo No. M5-IAI).

El MAL Iso-Gard (LIM) está listado por Underwriters Laboratories bajo UL1022 Estándares para Monitores de Aislamiento de Línea. La unidad es compatible con todos los transformadores de aislamiento de hospitales, así como los sistemas de aislamiento.



Relojes Digitales, Temporizadores y Accesorios Serie MCT

Square D ofrece una línea de relojes digitales e indicadores de tiempo transcurrido que se adapta en forma única al ambiente de los hospitales. Estos componentes están diseñados para áreas que requieren mediciones de tiempo rápidas y precisas. Son compactos, de estado sólido y de lectura fácil desde una distancia de 30 pies (9 mts.). Dependiendo de como desee usarlos el personal del hospital, operan en tiempos de modo de 12 ó 24 horas. Debido a que son digitales se restablecen instantáneamente, eliminando los molestos retardos de tiempo para los restablecimientos mecánicos. Los indicadores de tiempo transcurrido se pueden interconectar con un monitor del paciente, una alarma de código azul, o con otros equipos. Se puede adquirir un paquete de baterías recargable opcional para prevenir la pérdida de información sobre el tiempo durante las interrupciones de energía.

La serie MCT de relojes/temporizadores está diseñada, como un componente que se puede montar en varios equipos, tales como paredes modulares o consolas, paneles de instalación quirúrgicas, o muros del edificio. Esta serie se empa en una caja fenólica de montaje para embutir.

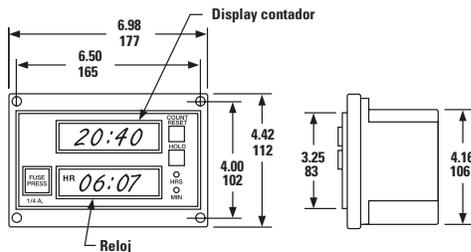
MCT-12B Reloj/Temporizador de Doble Display

Este equipo de doble display de tiempo está diseñado para áreas quirúrgicas o de cuidados de pacientes en donde se necesitan displays simultáneos de reloj/temporizador. El display superior es un reloj y el inferior es un indicador de tiempo transcurrido. Los controladores para ambos displays están en la cara frontal de la unidad. También se pueden controlar a distancia mediante el panel de control remoto MCT-CT.



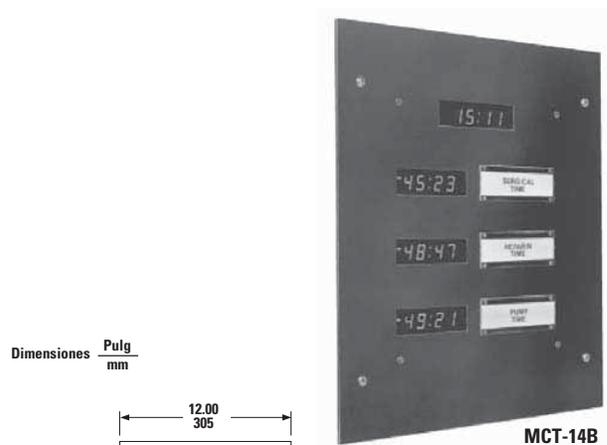
Dimensiones Pulg/mm

MCT-12B

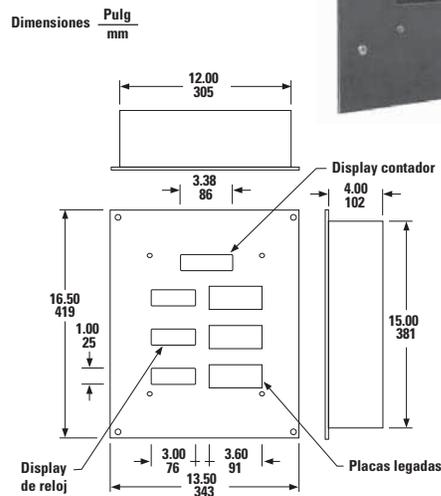


MCT-14B Cronómetro Quirúrgico

Las modernas técnicas quirúrgicas de nuestros días requieren del equipo de apoyo más actualizado. Este equipo incluye indicadores de tiempo transcurrido para las salas de operación. Comúnmente los doctores requerirán registros simultáneos de tiempo de los procedimientos quirúrgicos; el cronómetro quirúrgico de Square D cumple con esta necesidad. Las unidades tienen tres indicadores de tiempo transcurrido y un reloj, integrados en un solo panel dentro de un gabinete compacto. El panel de control remoto MCT-4RC se puede montar en un lugar seleccionado por su accesibilidad.



MCT-14B

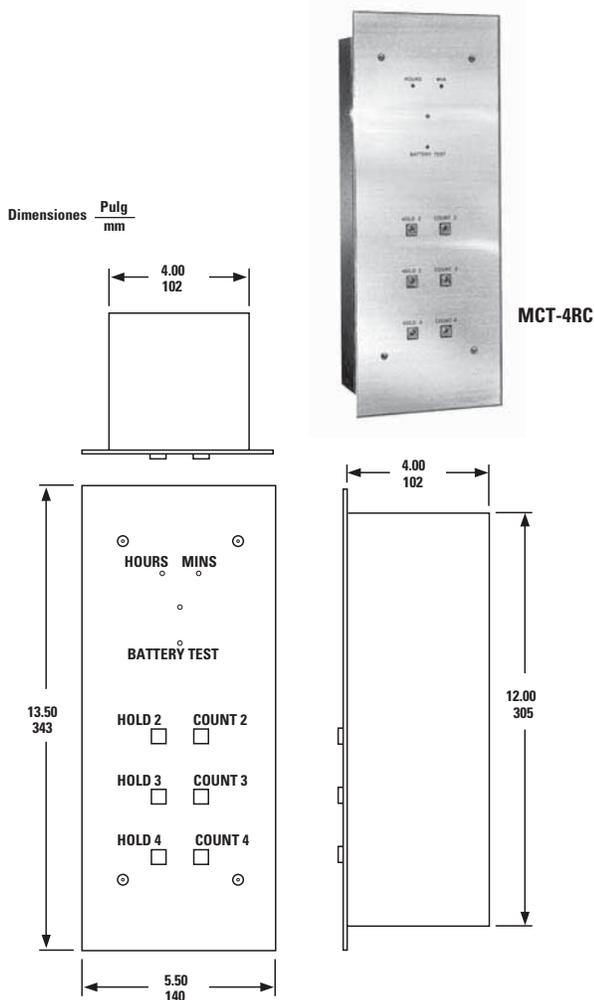


Accesorios de Panel de Control

Estos paneles de control le proporcionan la flexibilidad a los hospitales para montar los dispositivos de tiempo digitales en el lugar deseado. El panel de control MCT-4RC está autocontenido en una caja de montaje para embutir, con una cubierta de acero inoxidable. Ambas unidades de control, la MCT-4RC y la MCT-CT, incluyen un cable de 15 pies (4572 mm) para la conexión al reloj/temporizador.

MCT-4RC Panel de Control

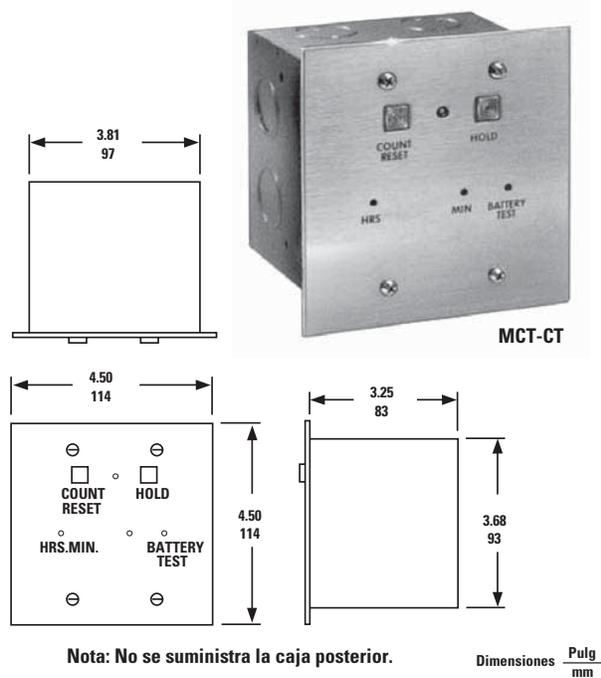
Diseñado para operar con el cronómetro quirúrgico MCT-14B. El arreglo de este panel consiste de 3 grupos de controles de temporizadores y de un grupo de botones para ajustar el tiempo del reloj de 12/24 horas. Incluye el paquete de baterías MCT-BP.



Nota: Solicitar la caja de montaje 53008BB

MCT-CT Panel de Control

Diseñado para operar con el equipo MCT-12B. Este panel de control contiene un juego de controles para el temporizador y dos botones para ajustar el display de tiempo del reloj. Incluye el paquete de baterías MCT-BP.



Nota: No se suministra la caja posterior.

Dimensiones Pulg/mm

Accesorios del Equipo

Paquete de baterías MCT-BP

Este paquete de baterías opcional está diseñado para usarse en conjunto con el equipo modelo MCT-12B. Energiza al "modo de memoria", el cual previene la pérdida de información de tiempo en los relojes digitales durante una interrupción de energía. Las baterías son recargables, lo que elimina la necesidad de reemplazarlas.

MCT-95135 - Placa Cubierta y 53007BB - Caja Posterior

Cuando se solicitan con el reloj digital MCT-12B, estos accesorios permiten que el equipo se pueda montar en pared. El MCTS-95135 es un panel con cubierta de acero inoxidable que incluye huecos y pernos para montar el reloj digital. El 53007BB es la caja posterior estándar Square D (4" x 8" x 12") para montar la cubierta de acero inoxidable.



Especificaciones Sugeridas para Sistemas Aislados de Distribución en Hospitales

Esta sección cubre los componentes individuales que comprenden un sistema de distribución de energía aislado completo, para salas de operación, de cuidados coronarios, de citología, entrega y cuidados intensivos. Estos tópicos están incluidos:

- Tableros de salas de operación
- Tableros de cuidados coronarios y cuidados intensivos
- Tableros para rayos X portátiles
- Módulos de fuerza y tierra
- Reloj/temporizador digital
- Cronómetro digital quirúrgico

Los componentes de los tableros que están cubiertos con especificaciones individuales incluyen:

- Transformador de aislamiento
- Interruptores para uso en tableros
- Monitores de aislamiento de líneas (MAL-LIM)

Nota: Los párrafos marcados con asteriscos (*) son alternativas requeridas para su aplicación específica.

1.0 General

El contratista debe suministrar e instalar los tableros de sistemas de distribución aislados para salas de operación, de cuidados coronarios, o citología, entrega y de cuidados intensivos, tal como se indica en los dibujos. Además, tal como se muestra en los mismos dibujos, los contactos para rayos X portátiles dentro de estos lugares se deben energizar a través de tableros de distribución aislados separados. La ubicación de los tableros está indicada en los dibujos y no se puede cambiar sin la autorización escrita del ingeniero electricista consultor y el arquitecto.

Los tableros deben alambrarse y probarse en fábrica e incluir un transformador de aislamiento con blindaje de bajas fugas, interruptores primario y secundario y un Monitor de Aislamiento de Línea (MAL).

1.1 Tableros para Salas de Operación

Los tableros para las salas de operación se deben ubicar como se indica en los dibujos. El MAL (LIM) usado en estas unidades debe indicar alarma cuando la corriente peligrosa total exceda de 5 miliamperes. La unidad indicadora de alarma remota se debe localizar en las salas de operaciones y se debe conectar al tablero que alimenta energía a los circuitos en esa sala. Si en la sala se manejaran anestésicos inflamables, el tablero se deberá montar en forma tal que su lado inferior esté 61 pulgadas (1549 mm) arriba del nivel de piso acabado de la sala de operaciones. La ubicación dentro de la sala de operaciones es como se indica en los dibujos.

*1.1.1

En un anunciador que contenga unidades indicadoras de alarma, para todos los monitores de aislamiento de línea en la sala de operaciones, se debe instalar un segundo indicador de alarma. Esta consola se ubicará en la estación supervisora de la sala de operaciones.

1.2 Tableros de Cuidados Coronarios y Cuidados Intensivos

Los tableros para cuidados coronarios e intensivos se deben localizar sobre la pared de atrás e inmediatamente adyacente al área de la cama a la que está alimentando este panel. El monitor de aislamiento de línea usado en estas unidades debe indicar alarma cuando la corriente peligrosa total sea mayor a 5 miliamperes.

Para cada uno de estos paneles es necesario proporcionar unidades indicadoras de alarma remotas. Estas alarmas se deben instalar en una estación anunciadora remota, la cual se localiza en el pabellón de enfermeras que atienden el área. La ubicación exacta del panel y de la consola indicadora se detalla en los dibujos. Bajo ninguna circunstancia, se permite colocar dispositivos de señalización visible o audible en el tablero que está junto a la cama.

Los tableros de cuidados coronarios e intensivos deben incluir receptáculos de energía, estos receptáculos requieren estar listados por UL para usos en hospitales. Estos tableros también se suministrarán con seis receptáculos con conector *de tierra* para la puesta *a tierra* de equipo no eléctrico. Estos conectores de tierra tendrán que estar listados por UL. El fabricante del tablero suministrará 6 clavijas machos de tierra equipadas con 15 pies (4.57 mt) de conductor entrelazado de cobre y con una zapata para cada tablero de cuidados coronarios y cuidados intensivos.

El tablero también debe contener una barra de tierras a la cual se conectan todos los conectores de tierra y todas las terminales de tierra de los receptáculos. Además, la barra de tierra tendrá que contener un número suficiente de zapatas internas para permitir la conexión de los cables de tierra desde todos los objetos metálicos instalados permanentemente en el área de cuidados del paciente. Cada uno de los receptáculos de fuerza se conectará en fábrica a un interruptor del tipo termomagnético de dos polos, 20 amperes, dentro del tablero.



1.3 Tableros para Equipos Rayos X Portátiles

Los paneles para equipos de rayos X portátiles se ubicarán como se indican en los dibujos. El monitor de aislamiento de línea usado en estas unidades indicará alarma cuando la corriente de peligro total sea mayor a 5 miliamperes. Cuando desde un tablero se energiza más de un contacto portátil y un lugar, se incorporará un bloqueo de conmutación en el panel para evitar que más de un contacto se energice a la vez. El monitor de aislamiento de línea monitoreará solamente al circuito energizado.

***1.3.1**

La conmutación de circuitos se hará desde el tablero principal.

***1.3.2**

Como se indica en los dibujos, el selector de interruptor-botón-pulsador se deberá localizar en el pabellón de enfermeras.

***1.3.3**

Como se muestra en los planos, en cada lugar proporcione una combinación de receptáculo para rayos X y módulo indicador de alarma. Si en la sala se usaran anestésicos inflamables, monte la unidad de tal forma que la cara inferior de la cubierta frontal esté 61 pulgadas (1549 mm) sobre el nivel de piso terminado. En el caso de que se presente una condición peligrosa, solamente el indicador de alarma remoto en el circuito que se está monitoreando debe indicar esta condición.

2.0 Componentes

El fabricante de los tableros para las salas de operación, salas de cuidados coronarias o rayos X, debe suministrar los siguientes componentes como una sola unidad integral.

2.1 Transformadores

El transformador se embobinará con un blindaje electrostático entre los devanados primario y secundario. El blindaje tendrá que aterrizar al gabinete. El blindaje electrostático se diseñará para evitar cortocircuitos directos del devanado primario al secundario y para reducir el acoplamiento de distorsiones armónicas entre los circuitos primario y secundario.

2.1.1

La corriente de fuga total a tierra del devanado secundario del transformador, no debe exceder los valores mostrados en la tabla 29.2 de la norma UL 1047.

2.1.2

De acuerdo con las normas NEMA-ANSI, se tiene que certificar la regulación para que no exceda 2.6% con un factor de potencia de 0.8 y a una temperatura 20°C arriba de la operación a plena carga continua.

2.1.3

EL transformador tiene que ser monofásico de 60 Hz, con los voltajes primario y secundario indicados en los dibujos y/o en el programa.

2.1.4

En la fabricación del transformador, se usará aislamiento Clase H y cuando se pruebe de acuerdo con las normas NEMA-ANSI, la elevación de temperatura deberá estar limitada a 50° C sobre la ambiente, bajo condiciones de plena carga. Los transformadores tendrán un sistema de aislamiento de 220°C, reconocido por UL.

2.1.5

El núcleo tendrá que ser de diseño empaquetado y se debe amarrar y atornillar en forma segura. El núcleo y las bobinas se deben aislar internamente del gabinete, mediante un sistema de amortiguamiento de la vibración adecuada, se debe barnizar por impregnación y debe tener una envoltura final de material aislante para evitar exposición de conductores desnudos.

2.1.6

El nivel de ruido para las unidades completas no debe exceder 27 decibeles para unidades de hasta 5 kVA y 35 decibeles para unidades de 7.5 hasta 25 KVA. A solicitud del ingeniero constructor, para cada unidad individual se tienen que proporcionar reportes certificados del nivel de ruido.

2.2 interruptores

Todos los interruptores deben ser de dos polos, de una capacidad interruptiva de 10,000 amperes. Los tableros tendrán una capacidad interruptiva de 10,000 amperes. Los tableros serán de una capacidad mínima para 8 interruptores secundarios. Para la cantidad y tamaño de los interruptores, refiérase a los dibujos del tablero. Todos los interruptores deben ser del tipo de termomagnético. No se considerarán similares los que sólo cuentan con disparo térmico.



2.3 Monitor de Aislamiento de Línea MAL (LIM)

El monitor de aislamiento de línea tiene que ser el Iso-Gard Serie D de Square D. El MAL (LIM) deberá usar un procesamiento de señal digital basado en microprocesador, para monitorear continuamente la impedancia de todos los conductores secundarios de los sistemas aislados a tierra. El MAL (LIM) será capaz de medir todas las combinaciones de fallas de capacitancia y resistencia, incluyendo las fallas balanceadas, desbalanceadas e híbridas. Los MAL (LIM) que cambian internamente, ya sea entre línea y tierra, no serán aceptados. El MAL (LIM) no tendrá que contribuir con más de 15 μ A al total de corriente de peligro del sistema que está siendo monitoreado.

El MAL (LIM) deberá tener las siguientes especificaciones:

Tensión de operación	85 a 265 VAC
Precisión	5% ó mejor
Nivel de alarma	2 ó 5 mA (Seleccionable)
Ancho de banda de alarma	Cero (0)
Alarma de histéresis(On/Off)	50 μ A
Modo	Monofásico o trifásico
Monitor de corriente de peligro	50 μ A
Frecuencia de operación	50 ó 60 Hz

Todas las especificaciones listadas estarán incluidas dentro de una unidad y ser seleccionables por el usuario, de modo que permita al MAL (LIM) ser intercambiado de sistema a sistema.

El MAL (LIM) deberá incorporar un interruptor de prueba momentáneo. Cuando se oprima, será necesario revisar y recalibrar la unidad. Adicionalmente el interruptor de prueba llevará a cabo pruebas completas de todas las lámparas indicadoras, así como medidores al frente del MAL (LIM) y en cualquier estación indicadora remota.

El MAL (LIM) necesita utilizar procesamiento de señal digital, para determinar la corriente de peligro del sistema que está siendo monitoreado. El microprocesador dentro del MAL (LIM) debe ser #MC68HC16Z1, fabricado por Motorola. Los algoritmos usados para determinar el sistema de corriente de peligro tienen que ser preprogramados dentro del microprocesador del MAL (LIM). La unidad deberá revisar su calibración y recalibrar el sistema a las especificaciones de trabajo originales, por lo menos cada 65 minutos. Además, al oprimir momentáneamente el interruptor de prueba del LIM, será imprescindible una revisión y recalibración de la unidad.

Si los componentes internos están fuera de sus especificaciones originales por más del 30%, debido a vejez o falla, el MAL (LIM) notificará al usuario, desplegando un código de error único, de tal modo que elimine la necesidad de estar probando de forma manual y periódicamente, para determinar la integridad de la unidad. Los MAL's (LIM) que utilicen tecnología de procesamiento análogo y/o requieran de pruebas manuales o recalibración no serán aceptados.

El Monitor de Aislamiento de Línea deberá tener en la cara de la unidad un LED óptico infrarrojo tipo puerto serial, para transmitir datos pertinentes de MAL (LIM) y sistemas de aislados, hacia una (PC) computadora personal. La transmisión de datos no requiere de ninguna conexión mecánica o eléctrica directa al monitor de aislamiento de línea. El protocolo de la transmisión de datos debe ser compatible con todas las computadoras personales palm-top de Hewlett Packard.

El MAL (LIM) tiene que proveer indicación digital y análoga de la corriente de peligro del sistema de aislamiento. La indicación digital deberá ser provista por un medidor digital y la indicación análoga por un medidor tipo LED diagrama de barra, calibrador de 0 (cero) a 160% del ajuste de la alarma del MAL (LIM). Los MAL's (LIM's) que sólo cuenten con indicador análogo o digital no serán aceptados.

El MAL (LIM) debe tener una luz verde de seguridad y una luz roja de peligro, al frente del panel. La luz roja de peligro permanecerá encendida cuando el sistema aislado esté por encima del nivel ajustado por la alarma del MAL (LIM). Una alarma audible será incorporada en la unidad y se activará en conjunción con la luz roja de peligro. La alarma audible tendrá las posiciones alto, bajo y apagado. Un botón silenciador será colocado en el frente de la unidad para desactivar la alarma de sonido durante condiciones de falla. Una vez que se silencie dicha alarma, una luz indicadora amarilla será encendida para indicar que la alarma audible ha sido apagada. La luz amarilla indicadora y la luz roja de peligro deberán restablecerse automáticamente una vez que la condición de falla es eliminada. Durante condiciones de falla, la luz roja de peligro y todos los segmentos rojo de la barra de LED's, iluminarán internamente ("flashear" de manera constante). Todas las lámparas deben ser del tipo LED de larga vida.



Un juego de contactos normalmente cerrados y normalmente abiertos, de 3 amperes a 120 Vca, serán provistos en el MAL (LIM) para usarse con los sistemas externos de alarma. El MAL (LIM) además proveerá una señal de salida de 12 Vca clasificada a 10 unidades indicadoras de alarma remotas. Esta señal de salida de 12 Vca no incrementará la corriente de riesgo del sistema que está siendo monitoreado. Las provisiones para conectar los medidores remotos deberán tener la habilidad de operar, ya sea con un medidor remoto análogo o digital.

El monitor de aislamiento de línea tiene que incorporar la característica de pérdida de tierra, la cual activará las alarmas visuales y audibles cuando la conexión esté perdida con la tierra de referencia del sistema aislado que está siendo monitoreado. Además de activar la alarma, la unidad mostrará un código de error en el desplegado digital del MAL (LIM).

Todos los interruptores, medidores y lámparas indicadoras deben ser nivelados junto con la cara del monitor de aislamiento de línea para proyectar una apariencia limpia y aseada. La cara frontal completa de la unidad tendrá una cubierta de polímero que proteja a la unidad de la introducción de agentes de limpieza caseros. Los MAL's (LIM) con fusibles, medidores, conmutadores o interruptores de circuito expuestos, no serán aceptados.

El diseño del monitor de aislamiento de línea contará con dos tableros de circuitos interconectados por un listón conector. Los dos tableros contendrán todos los componentes eléctricos de la unidad y ser montados en el compartimiento trasero del MAL (LIM). Una cubierta fenólica deberá completar el montaje. La unidad no debe contener objetos tales como interruptores de circuitos, medidores, conmutadores o lámparas indicadoras, las cuales son montadas o adheridas al frente del MAL (LIM). El acceso al interior del MAL (LIM) será desde del frente de la unidad, para remover la unidad de su posición de montaje, para cambiar cualquiera de los ajustes. Los sujetadores únicos deben ser colocados al frente de la unidad para prevenir el acceso de personal no autorizado al interior del MAL (LIM).

El monitor de aislamiento de línea será fabricado por Square D Company, componente reconocido por UL bajo UL1022.

2.4 Indicador de Alarma Remoto

El indicador de alarma remoto será de montaje para embutir y contará con una cubierta frontal de acero inoxidable. Cuando la corriente peligrosa esté dentro de los límites predeterminados para el circuito que se está monitoreando, permanecerá iluminada la lámpara verde. Cuando este valor sea excedido, se apagará la lámpara verde, se encenderá una lámpara roja y sonará la alarma audible.

Se debe proporcionar un interruptor de silenciar para la alarma audible. Cuando éste se presione, ocasionará que se ilumine la lámpara amarilla de alerta, indicando que se ha silenciado la alarma audible. Cuando el flujo de corriente a tierra regrese a un nivel aceptable, automáticamente se restablecerá la unidad. El alambrado desde el monitor de aislamiento de línea hacia el indicador de alarma, no contribuye con ninguna corriente de fuga hacia el sistema aislado.

3.0 Construcción

3.1 Gabinetes

El gabinete de acero calibre 12 estará desengrasado, fosfatado, con la aplicación de una capa de primer y acabado con una pintura horneada. La cubierta frontal deberá ser de acero inoxidable tipo 304, con un acabado cepillado No. 4. El gabinete será para el montaje de embutir a menos que se establezca otra cosa en los planos; las unidades de hasta 5 KVA tendrán una profundidad máxima de 8 pulgadas (203 mm); las unidades de 7.5 KVA a 25 KVA una profundidad máxima de 12 pulgadas (305 mm). Para proporcionar acceso a los interruptores, al monitor de aislamiento de línea y poder realizar la pruebas, los frentes de embutir de los tableros, tienen que contar con una puerta embisagrada, con una cerradura con llave.



El frente del tablero no debe tener ningún punto de malla o rejilla para ventilación. El tablero y el transformador serán diseñados de tal forma que el calor generado por el transformador bajo condiciones de plena carga, no afecte la operación normal de los interruptores ni del monitor de aislamiento de línea. La temperatura máxima del frente del tablero no deberá exceder 30° C, bajo condiciones de operación a plena carga continua. A solicitud del ingeniero consultor, se proporcionará el certificado de prueba de temperatura. Toda la sección detrás de la puerta embisagrada, tendrá un diseño de frente muerto: todas las bisagras estarán ocultas.

3.2 Alambrado

El alambrado dentro de todos los tableros tiene que cumplir todas las normas NOM-001-SEDE-1999 y NEC aplicables. En todos los cables, se utilizará aislamiento de bajas fugas. La fuga total para todos los tipos de tableros no deberá exceder los valores mostrados en la tabla 29.1 de UL 1047.

El fabricante del tablero tiene que proporcionar datos de prueba certificados de la fuga máxima de cada tablero individual, como un ensamble completo.

El contratista necesita alambrar todos los receptáculos externos a los paneles usando conductores de cobre trenzado, que cuenten con aislamiento de polietileno de cadena cruzada o equivalente, con una constante dieléctrica de 3.5 ó menos. Bajo ninguna circunstancia cuando se jalen los cables para los circuitos aislados, utilice componentes para jalar los conductores. Todo el alambrado estará codificado por colores, de acuerdo con las normas NOM-001-SEDE-1999, NEC y la NFPA adecuadas.

4.0 Accesorios

4.1 Módulos de Fuerza y Tierra

Refiérase a los dibujos para la ubicación correcta y cantidad de módulos. La caja posterior del módulo será fabricada de acero templado. Cuando el módulo sea de montaje para sobreponer, la caja posterior debe tener una apariencia de acabado; todas las uniones estarán soldadas y estas uniones soldadas estarán lisas al nivel de superficies extremas de la caja. Las cajas desengrasadas tendrán una capa de primer y recibirán un recubrimiento final de pintura horneada. La cubierta frontal deberá ser de acero inoxidable, calibre 14, tipo 304, con un acabado cepillado No. 4. Los únicos tornillos expuestos sobre la cubierta frontal, serán los que la sostengan a la caja posterior. Todos los receptáculos estarán pegados firmemente con separadores ocultos, de tal forma que no aparezcan sobre la superficie de la cubierta.

La barra de tierra contenida en estos módulos, deberá ser de cobre y contener zapatas adecuadas para la conexión de cables de hasta el calibre No. 1/0.

Estas se requieren para la conexión y puesta a tierra de superficies conductoras no eléctricas en el área, así como para la conexión de la terminal de tierra en todos los receptáculos dentro del módulo o en el área. Todo el alambrado en el módulo estará codificado por colores en cumplimiento con NOM-001-SEDE-1999, NEC y NFPA No. 99. El módulo deberá ser capaz de incluir conectores verdes de tierra, receptáculos dúplex grado hospital, receptáculos con bloqueo tipo hospitales de 30 A.

5.0 Fabricante Aprobado

5.1

Los fabricantes aprobados para los diferentes componentes de un sistema de distribución de energía aislado completo, son como se lista a continuación.

5.1.1

El transformador debe ser un transformador de aislamientos, fabricado por Square D con blindaje de bajas fugas Clase 7450, fabricado especialmente en sistemas aislados en hospitales.

5.1.2

Es necesario que el monitor de aislamiento de línea sea el monitor de aislamiento de línea de Square D Iso-Gard.

5.1.3

Los interruptores deben ser de los tipos QO, QOB, FAL o KAL, como los fabricados por Square D.

5.1.4

El indicador remoto de alarma que sea del tipo IA-1C, de Square D.

5.1.5

El reloj temporizador de display deberá ser el tipo MCT-12B de Square D.

5.1.6

El cronómetro quirúrgico sea del tipo MCT-14B de Square D.

5.1.7

Los módulos de fuerza y tierra deberán ser los números de catálogos RM-120-4NI, RMDR-120-4NI, GS-120.4NI, RM-120-4NI, RM0-50-4NI o RMD-50-4NI de Square D.

* Iso-Gard es una marca registrada de Square D.



6.0 Normas y Pruebas

6.1 Normas

Todos los paneles, componentes y accesorios estarán fabricados de acuerdo con las normas NOM, UL, NEMA y NFPA aplicables incluyendo, pero sin limitarse a:

NOM-001-SEDE-1999 Artículo 517
NFPA No. 99
NEC-ARTÍCULO 517
UL-1047
UL-1022

6.2 Pruebas por el Fabricante

El contratista deberá incluir el costo y hacer todos los arreglos para probar todos los sistemas aislados en el hospital por un técnico calificado de la fábrica, enviado por el fabricante del sistema de aislamiento. Las pruebas incluirán una inspección completa de todas las conexiones y materiales usados. El contratista estará preparado para demostrar al técnico de la fábrica que se ha observado la polaridad adecuada, y que las prácticas de instalación estuvieron de acuerdo con los dibujos y especificaciones de estos sistemas.

El técnico de la fábrica deberá verificar y registrar las corrientes de fuga del sistema. También simulará fallas adicionales sobre el sistema aislado de una magnitud suficientemente alta para hacer circular la fuga total en el sistema, la cual detecta el monitor de aislamiento de línea (MAL-LIM), arriba del punto de calibración, verificando de esta forma la correcta operación del MAL (LIM). Se simularán combinaciones de fallas resistivas y capacitivas.

El técnico de la fábrica verificará la resistencia entre el punto de tierra de cada receptáculo y el punto de referencia, la cual deberá ser menor a 0.1 ohm. Se verificará la diferencia de potencial entre cualquier superficie conductora expuesta en la cercanía del paciente. Esta diferencia no será mayor a 40 milivolts. Estas pruebas son requeridas para áreas de construcción nuevas.

El técnico de la fábrica enseñará al personal de mantenimiento del hospital a usar lo siguiente:

- El tablero y el MAL (LIM) como un dispositivo de medición de fugas.
- Cómo se pueden medir y etiquetar áreas de fuga de instrumento.
- Cómo realizar las pruebas de fuga.

Para asegurar el cumplimiento de las secciones aplicables de NFPA No. 99, Cap. 3, el técnico también debe probar la impedancia de todo el sistema de energía aislado. La impedancia medida del sistema formará parte de los registros de seguimiento permanente de cada tablero.

Después de que se terminen todas las pruebas, se entregará un reporte al hospital y al ingeniero consultor. Este reporte indicará que el sistema está de acuerdo con todos los reglamentos, las buenas prácticas de instalación y con las especificaciones.

Una vez que se terminen todas las pruebas, el técnico de la fábrica se debe reunir con el personal médico y de mantenimiento del hospital para explicar ampliamente la operación del equipo instalado, la necesidad y los procedimientos de las pruebas periódicas y los resultados de las pruebas de seguimiento. Proporcionará también al departamento de mantenimiento libros de seguimiento, anotará las primeras lecturas de todos los tableros en estos libros de seguimiento e instruirá claramente al personal de mantenimiento del hospital de cómo anotar las lecturas futuras.

En esta ocasión se deben responder ampliamente todas las preguntas que pudiera tener el personal del hospital. Notificar al ingeniero consultor las fechas y las duraciones de las pruebas, de tal forma que pueda a su discreción, atestiguar cualquiera de las pruebas o las reuniones realizadas con el técnico de la fábrica.



7.0 Reloj/Temporizador Digital - Cronómetro Quirúrgico Digital

***7.1 Reloj/Temporizador Digital de Doble Display**

El reloj y el indicador de tiempo transcurrido de un display, será como el fabricado por Square D. La unidad contará con dos juegos de display digitales; el display superior será el reloj de tiempo real, y el display inferior será el indicador de tiempo transcurrido.

Las lámparas del display deberán ser fluorescentes al vacío, de 15 mm de alto y visibles plenamente a una distancia de 30 pies (9 mts). Desde el frente estará accesible un fusible de línea de 1/4 de amper. Los controladores para operar ajustar el reloj estarán en la cara frontal de la unidad. Estos controles operarán en paralelo con un panel de control remoto opcional. Los controles remotos se deben suministrar como se muestra en los diagramas.

7.1.2

A consideración del operador, el indicador de tiempo transcurrido deberá ser capaz de mantener la lectura y después continuar el conteo. El diseño de estado sólido deberá permitirle al indicador restablecerse instantáneamente. El reloj/temporizador deberá tener un juego de conexiones extras, los cuales cuando se cortocircuiten actuarán el indicador de tiempo transcurrido.

7.1.3

El reloj debe ser ajustable en campo para desplegar tiempos ya sea de 12 ó 24 horas.

7.2 Cronómetro Quirúrgico Digital

El cronómetro quirúrgico debe ser como el fabricado por Square D, e incluirá tres displays, 99 horas, 59 minutos y 1 reloj de 12/24 horas. Cerca de cada uno de los display se localizará un porta tarjetas, para designar el tipo de procedimiento que se está temporizando. La lámpara de display será de gas fluorescente en vacío, de 15 mm de alto y visible plenamente a 30 pies (9 mts). Una parte integral de la unidad, será conformada por un fusible de línea de 1/4 de amper.

En el temporizador de control remoto se incluirá una fuente auxiliar de baterías. Las baterías deben mantener las funciones de tiempo y conteo durante interrupciones de energía y restablecer los datos del display completo cuando regrese la energía. A consideración del operador, los indicadores de tiempo transcurrido serán capaces de mantener la lectura y después regresar al conteo. Los controles para los indicadores de tiempo transcurrido y el reloj, deberán estar en el panel de control remoto.

7.2.1

Con cada cronómetro quirúrgico se suministrará un panel de control remoto. El panel de control consistirá de botones claramente indicados de "conteo/restablecer" (count/reset) y "mantener" (hold). Además, el ajuste adecuado del tiempo de reloj se realizará con dos botones.

7.3 Control Remoto para Temporizadores Sencillos y Dobles

El control remoto para temporizadores sencillos y dobles deberá ser el tipo MCT-CT y el control remoto para cronómetros quirúrgicos del tipo MCT-4RC de Square D.

7.3.1 MCT-CT

El control remoto debe ser como el panel de control MCT-CT, fabricado por Square D y la unidad operará en conjunto con el MCT-12B. El panel de control contará con botones "conteo/restablecer" (count/ reset) y "mantener" (hold). Además, contará con dos botones para el ajuste adecuado del tiempo del reloj. Todos los controladores se desplegarán en la cubierta para montaje de embutir, de acero inoxidable tipo 304. Con la unidad se suministrará en cable de 15 pies (4572 mm). La unidad contará con baterías de níquel-cadmio, para mantener las funciones de temporización durante una interrupción de energía.

7.3.2 MCT-4RC

El control remoto debe ser el panel de control MCT-4RC, como el fabricado por Square D. La unidad operará en conjunto con el MCT-14B. El panel de control constará de tres juegos de botones para las funciones "conteo/restablecer" (count/reset) y "mantener" (hold). Además, el ajuste adecuado del tiempo del reloj, se realizará con dos botones. La unidad incluirá baterías de níquel-cadmio para mantener las funciones de temporización durante una falla de energía. Todos los controles deben estar desplegados sobre la cubierta de acero inoxidable, tipo 304 de montaje para embutir. Es necesario suministrar un cable de 15 pies (4572 mm) con la unidad.

7.3.3 MCT-BP (No se requiere si se usan el MCT-CT o MCT-4RC)

El paquete de baterías recargables para los relojes debe ser el MCT-BP, fabricado por Square D. Esta unidad proporcionará el "modo de memoria" para los relojes digitales, lo cual evita que se pierda información del tiempo durante una interrupción de energía. Las baterías serán recargables.





MÓDULO DE FUERZA/TIERRA	
Descripción	Número de catálogo
4 Receptáculos de fuerza y 4 de Tierra	RM-120-4NI
Caja	53007BB
Dimensiones: Cubierta 9 1/2" X 13" Caja 8" A X 12"L X 4"F	



MÓDULO INDICADOR DE RAYOS X	
Descripción	Número de catálogo
Receptáculos de Rayos X y Módulo Indicador	XR-IAI
Caja	53007BB
Dimensiones: Cubierta 13 1/2" X 9 1/2" Caja 12" A X 8"L X 4"F	



MÓDULO TIERRA	
Descripción	Número de catálogo
4 Receptáculos de Tierra	GS-120-4NI
Caja	53007BB
Dimensiones: Cubierta 9 1/2" X 13" Caja 8" A X 12"L X 4"F	



MÓDULO INDICADOR Y MICRO AMPERÍMETRO	
Descripción	Número de catálogo
Medición e Indicador de Alarma	M5-IAI
Caja	53007BB
Dimensiones: Cubierta 9 1/2" X 13" Caja 4" A X 12"L X 4"F	



MÓDULO MAESTRO DE TIERRA	
Descripción	Número de catálogo
Barra Colectora de 18 Puntas Terminales	GS-120-0I
Caja	53007BB
Dimensiones: Cubierta 9 1/2" X 13" Caja 8"H X 12"W X 4"D	



MÓDULO SUPERVISOR PARA TABLERO DE RAYOS X	
Descripción	Número de catálogo
Estacion Remota de Alarmas y Botones	8CI-AI▲
Caja	53004BB
Dimensiones: Cubierta 13" X 11" Caja 12" A X 10"L X 6"F	

▲ Cuando ordene esta partida modifique el número de catálogo del interior del tablero cambiando la segunda D por la letra N. Ejemplo 15H5S22DDI a 15H5S22DNI



MÓDULO DE FUERZA/TIERRA	
Descripción	Número de catálogo
4 Receptáculos de Tierra y 4 de fuerza Duplex-rojos	RMDR-120-4NI
Caja	53007BB



CABLE DE TIERRA	
Descripción	Número de catálogo
15" Con Conector (4572mm)	P751
15" Con Caiman aislado (4572mm)	P753N



INDICADOR DE ALARMA REMOTO	
Descripción	Número de catálogo
Indicador Remoto	IA-1C
Caja	No suministrada se ajusta a una caja estándar de 2 elementos
Dimensiones: Cubierta 9 1/2" X 13" Caja 8" A X 12"L X 4"F	

MONITOR DE LINEA ISOGARD †	
Descripción	Número de catálogo
▲ 2 ó 5 ma. 85-265V/60Hz	IGD

† ISO-GARD es una Marca Registrada de Square D

▲ La cubierta MCTS95135 y la caja 53007BB deben ordenarse cuando se instale el reloj/temporizador en muros.

	RELOJ Y TEMPORIZADOR CON UNO O DOBLE DISPLAY		DIMENSIONES				
	Descripción	Catálogo	Cubierta		Caja		
			Ht.	W.	Ht.	W.	Dp.
▲ Reloj temporizador con display separado cubierta de Acero Inoxidable Caja a ser utilizada con MCTS95135 Unidad para Control Remoto MCT-11B y opcional MCT-12B Paquete de Baterías Recargables para MCT-12B	MCT-12B MCTS95135 53007BB	4 1/4" 9 1/2"	11" 13 1/2"	MCT-12B -	MCT-12B -	MCT-12B -	
	MCT-CT MCT-BP	4 1/2"	4 1/2"	No suministrada se ajusta a una caja estándar de 2 elementos			
CRONÓMETRO QUIRÚRGICO		Cubierta		Caja			
Descripción	Catálogo	Ht.	W.	Ht.	W.	Dp.	
Tres Temporizadores y Reloj	MCT-14B	16 1/2"	13 1/2"	15"	12"	4"	
Caja	53006BB	-	-	15"	12"	4"	
Controlador Auxiliar	MCT-4RC	13 1/2"	5 1/2"	12"	4"	4"	
Caja	53008BB	-	-	12"	4"	4"	



Oficinas Generales México

MEXICO, D.F.

Calz. J. Rojo Gómez No. 1121-A
Col. Guadalupe del Moral
C.P. 09300 México, D.F.
Tels. 01(55)56-86-30-00 / 58-04-50-00
Fax 01(55)56-86-24-09

OFICINA DE VENTAS

Av. Ejército Nacional No. 904, piso 14
Col. Palmas Polanco
C.P. 11560 México, D.F.
Tel. 01(55)26 29 50 30
Fax 01(55)26-29-50-50 / 26-29-50-41

www.schneider-electric.com.mx

Oficinas Regionales de México

AGUASCALIENTES, AGS.

Av. De La Convención Nte. #1002-B
Fracc. Circunvalación Nte.
C.P. 20020 Aguascalientes, Ags.
Tels. 01(449)914-84-13 / 912-05-51
Fax 01(449)914-84-30

GUADALAJARA, JAL.

Av. Parque de las Estrellas No. 2764
Col. Jardines del Bosque
C.P. 44520 Guadalajara, Jal.
Tel. 01(33)38-80-84-00
Fax 01(33)36-47-10-28

QUERETARO, QRO.

Bvld. Bernardo Quintana No. 512
Altos Col. Arboledas
C.P. 76140 Querétaro, Qro.
Tels. 01(442)214-11-10 / 214-11-53
Fax 01(442)214-10-94

CANCUN, Q.R.

Av. Tulum No. 200 Depto. 314 Plaza
México Retorno 2 Agua, Super-
Manz. 4, Mpio. Benito Juárez C.P.
77500 Cancún, Q.R.
Tels. 01(998)887-59-58 / 887-99-99
Fax 01(998)887-99-99

HERMOSILLO, SON.

Boulevard Navarrete 369-7
Col. La Loma
C.P. 83249
Hermosillo, Son.
Tels. 01(662)260-85-91 al 94
Fax 01(662)260-85-85

TAMPICO, TAMPS.

Av. Hidalgo No. 6102
Fracc. Flamboyanes
C.P. 89330 Tampico, Tamps.
Tels. 01(833)228-43-15 / 228-42-55
Fax 01(833)228-25-35

CD. DEL CARMEN, CAMP.

Calle 31 No. 192 Int. 5
entre 42-D y 42-E
Col. Tacubaya
C.P. 24180 Cd. del Carmen, Camp.
Tels. 01(938)384-08-40/381-33-82

LEON, GTO.

Calle Niebla No. 113
Col. Jardines del Moral
C.P. 37160 León, Gto.
Tels. 01(477)773-34-60 / 773-34-94
Fax 01(477)773-34-96

TIJUANA, B.C.N.

Calle Sacramento No. 200-B
Fracc. Jardines de San Carlos
C.P. 22446 Tijuana, B.C.N.
Tels. 01(664)622-10-14 / 622-10-15
Fax 01(664)681-17-77

CD. JUAREZ, CHIH.

Av. Insurgentes No. 2590 esq.
Ignacio Ramírez Col. Ex-hipódromo
C.P. 32330 Cd. Juárez, Chih.
Tels. 01(656)611-00-32 / 611-00-33
Fax 01(656)616-13-95

MERIDA, YUC.

Paseo Montejo No. 442-106
Col. Itzimná
C.P. 97100 Mérida, Yuc.
Tels. 01(999)926-17-23 / 926-19-67
Fax 01(999)926-18-43

TLAXCALA, TLAX.

Km. 17.5 Vía Corta Santa Ana
Chiautempan, Puebla
C.P. 90860 Acuananala, Tlax.
Tels. 01(246)497-97-13 / 497-97-20
Fax 01(246)497-97-19

COATZACOALCOS, VER.

Av. Cuauhtémoc No. 617-A
Zona Centro
C.P. 96400 Coatzacoalcos, Ver.
Tels. 01(921)213-03-35 / 212-28-72
Fax 01(921)212-29-01

MONTERREY, N.L.

Av. Madero No. 1627 Pte.
Esq. América
C.P. 64000 Monterrey, N.L.
Tels. 01(81)81-25-30-00 / 83-72-95-25
Fax 01(81)83-72-74-26 / 83-72-94-74

TORREON, COAH.

Calz. Saltillo 400 #679
Col. Ampliación La Rosita
C.P. 27250 Torreón, Coah.
Tels. 01(871)720-38-83 / 720-11-35
Fax 01(871)720-32-88

CULIACAN, SIN.

Paseo Niños Héroes No. 598 Ote.
Desp. 201, Col. Centro
C.P. 80000 Culiacán, Sin.
Tels. 01(667)712-12-11 / 715-54-90
Fax 01(667)713-93-67

NVO. LAREDO, TAMPS.

Reynosa No. 1411 (entre Héroes de
Nacataz y Madero)Fracc. Ojo Caliente
C.P. 88040 Nuevo Laredo, Tamps.
Tels. 01(867)713-00-10 / 713-48-73
Fax 01(867)712-99-58

VERACRUZ, VER.

Héroes de Puebla No. 96
entre Orizaba y Tuero Molina
Col. Zaragoza
C.P. 91910 Veracruz, Ver.
Tel. 01(229)937-96-59
Tel/Fax 01(229)937-38-51

CHIHUAHUA, CHIH.

Antonio Carbonel No. 4121
Col. San Felipe
C.P. 31240 Chihuahua, Chih.
Tel. 01(614)414-65-52
Fax 01(614)414-65-53

PUEBLA, PUE.

Edificio Torre Bosques II, Boulevard
Atlixcáyotl No. 5320, int. 301. Zona
Angelópolis. C.P. 72810
San Andrés Cholula, Puebla
Tels. 01(222)273-22-60 / 22-71
Fax 01(222)225-09-96

VILLAHERMOSA, TAB.

José Martí No. 101-212
Fracc. Lidia Esther
C.P. 86040 Villahermosa, Tab.
Tels. 01(993)131-09-44, 131-09-45

CENTRO DE INFORMACION AL CLIENTE

Tels. 01(800)SCHNEIDER / 01(800) 724 63 43 37

Fax 01(55)56-86-27-10

asesoria.tecnica@mx.schneider-electric.com

Federal Pacific Electric®, Merlin Gerin®, Square D®
y Telemecanique® son Marcas Registradas de Schneider
Electric, S.A., Francia. Derechos Reservados.