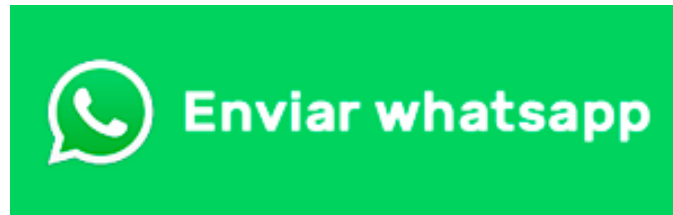


Ing. Saúl Treviño | Normas de Seguridad Eléctrica en Hospitales NFPA 70, NFPA 99 y NEC

Tableros de Aislamiento



Quién es El Ing. Saúl Treviño,

Actualmente ejerce como consultor y asesor en materia de prevención de instalaciones eléctricas, equipos hospitalarios y lugares de atención de salud. Recibió el reconocimiento a la excelencia profesional en Ingeniería Mecánica y Eléctrica que otorga la Federación de Colegios Profesionales del Estado de Nuevo León en el 2008, también está reconocido como instructor en México en materia de Normas e instalaciones eléctricas, de acuerdo a las publicaciones de la International Association of Electrical Inspectors (IAEI) en septiembre-octubre de 2007.

Los documentos de NFPA contienen las tecnologías de los sistemas aislados para que sean aplicables desde la planeación, proyecto, diseño, instalación, operación y mantenimiento de las instalaciones y equipos eléctricos utilizados en áreas críticas, como por ejemplo, en los hospitales.

El objetivo fundamental de un área crítica en un hospital es ayudar en la seguridad y preservación de la vida tanto del personal médico como del paciente. En procedimientos invasivos, como aquellos que perforan la piel, el paciente y todos alrededor son susceptibles

de electrocución y de una posible muerte provocada por una corriente de fuga o falla en un equipo médico.

Los médicos y enfermeras que están efectuando cualquier procedimiento quirúrgico no deben tener movimientos involuntarios, los cuales pueden ocurrir si no se cuenta con las medidas de seguridad necesarias dentro del quirófano. Una falla eléctrica puede provocar acciones no planeadas que ponen en peligro la vida del paciente.

FPA 99 Health Care Facilities

Es un documento de 1982, cuyos orígenes fueron la conjunción de 12 documentos. Gracias a esto, es como se construyeron los grandes hospitales, como el Centro Médico Nacional del Seguro Social. Cabe recordar que el Centro Médico Nacional y muchos hospitales de salud se construyeron en la época de los 50's y 60's, cuando aún en México no existía la Normativa correspondiente. Los que participamos en esos eventos tuvimos que utilizar las publicaciones de NFPA. Los escritos se integraron y así nació NFPA 99, el cual, dentro de sus características, contiene información sobre sistemas eléctricos, además de sistemas de gases y succión, también procedimientos de evacuación y seguridad para todos los que se encuentran dentro del hospital.

En Health Care Facilities se establecen los requisitos técnicos que contienen las especificaciones, métodos, procedimientos y equipos de medición, para efectuar las pruebas y mediciones durante la instalación, operación y mantenimiento de los sistemas aislados.

NEC 2008

En este documento menciona las secciones técnicas que deberán aplicarse durante la selección, instalación, operación, conservación y problemas iniciales de los sistemas aislados. Contiene una serie de publicaciones que hacen referencia al NFPA para consultas.

El NEC 2008 tienen el artículo 517.60 Instalaciones para el cuidado de la salud donde se encuentran conceptos fundamentales que se deben aplicar hasta métodos de alambrado, sistemas eléctricos esenciales y manejo del sistema aislado como protección al paciente y trabajadores de la salud.

Ing. Saúl Treviño | Normas de Seguridad Eléctrica en Hospitales NFPA 70, NFPA 99 y NEC [Parte 2]

¿Cuál es la necesidad de mantener la energía dentro de un quirófano? Es muy importante que tengamos siempre en mente que cualquier falla que se presente en un equipo involucra, no la pérdida del aparato, sino la pérdida de vidas humanas.

Hay que alcanzar los más altos niveles de seguridad para la continuidad de operación dentro de un quirófano. Para lograrlo necesitamos realizar una serie de operaciones que vienen desde los sistemas eléctricos. Es fundamental porque las ciencias médicas cada vez dependen más de los equipos. En una sala de operaciones y de cuidados intensivos es normal ver hasta doce equipos alrededor de un paciente y todos funcionan bajo principios rigurosos sobre corrientes de fuga de una instalación ejecutada con base en normativas.

La aplicación de las unidades ininterrumpibles de energía se está haciendo cada vez más necesarias y una de las formas de aprovechar esa nueva tecnología es colocarlas en lugar de un generador el cual utiliza una máquina motriz que se alimenta de diésel.

Los hospitales deben detener un Sistema Eléctrico Esencial, que son tres desconectadores de transferencia, uno de ellos sería para un circuito crítico, otro para un circuito de seguridad de vida, entre los dos hacen el sistema de emergencia, y el último para el sistema de equipos que son fundamentales para el cese de las operaciones en forma normal dentro del hospital. ¿Qué quiere decir esto? En caso, de que la energía eléctrica normal se vaya, este sistema de equipos mantendrá las instalaciones del quirófano, sin necesidad de preocuparse por el exceso de gases que podrían ocasionar un incendio.

De ninguna manera debemos de anteponer la seguridad de los pacientes por aprovechar la carga del generador, es preferible manejar los sistemas independientes y valorar, desde un punto de vista humano, lo que provocaría colocar cargas que no debemos alimentar cuando estamos en un circuito crítico o de seguridad.

**Ing. Saúl Treviño | Normas de Seguridad Eléctrica en Hospitales
NFPA 70, NFPA 99 y NEC [Parte 3]**

Se debe pensar primero en el paciente que esta bajo un procedimiento quirúrgico invasivo y pensar en las condiciones en las que se pueden encontrar dentro de terapia intensiva para diseñar el sistema eléctrico esencial que nosotros requerimos.

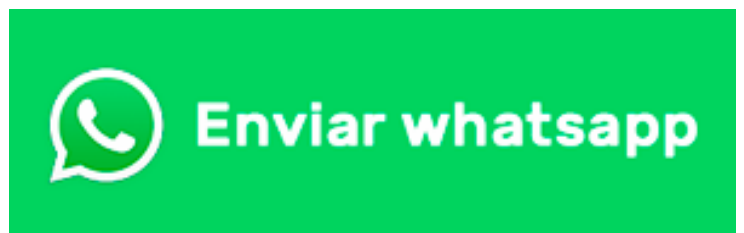
Actualmente, los equipos médicos seleccionados para operar en un quirófano o en una unidad de cuidados intensivos deben de tener su propia fuente de abastecimiento.

El NFPA menciona, que todos los equipos deben tener un soporte. Es necesario adquirir los equipos bajo especificaciones de autoportación de energía integrada. Con esto, se da margen de actuación, si la planta generadora de emergencia falla o sucede un problema en el circuito de transferencia. Posteriormente, a través de un suicheo automático de bypass se puede reestablecer la energía.

Todos los equipos que están alrededor de un paciente y que están soportando su vida, por ninguna razón deben interrumpirse.

Los equipos que deben utilizar necesitan contar con una certificación de laboratorios reconocidos. El equipo certificado es aquel que está identificado, etiquetado, marcado o listado. Es decir, que todo equipo médico, para que sea aprobado en áreas críticas necesitar contar con cualquiera de estas características.

**Ing. Saúl Treviño | Normas de Seguridad Eléctrica en Hospitales
NFPA 70, NFPA 99 y NEC [Parte 4]**



Para el Ing. Saúl Treviño, UL es un laboratorio al cual le tiene mucha confianza por su carácter de seriedad en sus aprobaciones.

Las plantas de emergencia, estipuladas en documentos de NFPA tienen que ser de operación continua, 24 horas 365 días del año. En los hospitales se debe de prever que las plantas de emergencia funciones adecuadamente ante cualquier eventualidad ya sea natural o provocada.

¿Qué deben tener los sistemas esenciales? Primero, una capacidad aislada con base en cálculos específicos que trae NFPA, NEC y la Norma. Los cálculos, se refieren a circuitos derivados. Es importante que exista una adecuada coordinación de protecciones, considerando todo el tiempo de apertura de los circuitos. Los pacientes pueden morir por no saber coordinar efectivamente las sobrecorrientes de los dispositivos de protección.

Experimento: Efectos de la electricidad en el cuerpo humano

Es necesario saber los efectos de la electricidad cuando pasan por el cuerpo humano.

Nota: Datos de sujeto promedio, hombre, peso 70 kg., corriente 60 Hz aplicada por 1-3 seg. En contacto con un alambre de cobre con las manos húmedas.

- Entre 2 -10 miliampers es el umbral de la percepción.
- A partir de 9.5 miliamperios ya no podemos soltar y se pierde la facultad de controlar los músculos
- Entre 18 – 22 miliampers existe parálisis respiratoria, dolor y fatiga
- Entre 75 – 400 miliampers ocurre fibrilación ventricular
- De 1 – 6 amper hay una contracción sostenida del músculo cardíaco
- >10 Amper produce quemaduras y daño físico

El estándar universal, de acuerdo con IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers) es de 100 miliamperios lo que pueden fibrilar el corazón, hablando de método externo, no invasivo.

Ing. Saúl Treviño | Normas de Seguridad Eléctrica en Hospitales NFPA 70, NFPA 99 y NEC [Parte 5]

El corazón como sabemos es importante que funcione correctamente, si la sangre venosa y la arterial dejan de irrigar vienen colapsos mentales y desmayos. La sangre, además de llevar los productos y beneficios a cada célula, ataca la falta de oxígeno trayendo como consecuencia pérdida de conciencia.

Conceptos de Macroshok y Microshok

Macroshok

Se define como el paso de corriente de una parte del cuerpo a otra, especialmente de un brazo a otro y, por tanto, a través del corazón. La corriente es el factor más importante.

Microshok

Corriente eléctrica circulando directamente a través del miocardio, el límite de seguridad es de 10 μ A. Una corriente de 20 μ A puede ser fatal, causando una fibrilación ventricular.

Seguridad Eléctrica en el Hospital

- La piel humana posee una resistividad de entre 15k-Ohm y 1 m-Ohm
- Bajo la piel la resistividad baja drásticamente a niveles entre 100 ohm y 200 ohm
- Cualquier procedimiento médico que reduzca o elimine la resistencia de la piel, convierte al paciente en un sujeto eléctricamente susceptible. Se le conoce como procedimiento invasivo.

Ing. Saúl Treviño | Normas de Seguridad Eléctrica en Hospitales NFPA 70, NFPA 99 y NEC [Parte 6]

Dos consideraciones importantes

- El paciente está conectado a tierra siempre
- El equipo conectado o no a un paciente, siempre está conectado a tierra

¿En dónde hay que aplicar el sistema de protección aislado?

En la vecindad del paciente, tabla de procedimientos, mesa quirúrgica en el cual sea considerada húmeda, también tomar en cuenta todos los desechos del cuerpo humano como la sangre, excremento, orina, sudor, etc., porque son conductivos y la presencia de equipo eléctrico ante un medio mojado con las puras corrientes de fuga son más que suficientes para fibrilar el corazón de alguien cuando está sujeto a un procedimiento invasivo.

Todas las personas que han recibido un choque eléctrico y supuestamente salieron sin consecuencias, mueren más rápido por la degeneración celular producida durante el accidente eléctrico.

Es necesario valorar la posibilidad de que durante la práctica médica el paciente susceptible por procedimientos quirúrgicos muera por electrocución. Además, al ser considerada un área mojada, la mesa, tabla o cama de procedimientos quirúrgicos, se pone en riesgo de sufrir accidentes al personal médico y de enfermería ocasionados por el uso de equipo electromédico.

¿Qué pasa si hay una falla en el equipo que opera un médico? Este tiene movimientos involuntarios que perjudican al paciente.

**Ing. Saúl Treviño | Normas de Seguridad Eléctrica en Hospitales
NFPA 70, NFPA 99 y NEC [Parte 7]**

Afortunadamente, ya están en desuso los gases explosivos. En los documentos NFPA se clasifican los gases universalmente, donde están los límites de inflamabilidad superior e inferior. A través de la literatura podrán checar las características técnicas de los gases no explosivos que se usan actualmente en quirófanos. Dichos gases pueden formar mezclas explosivas con algunos porcentajes de oxígeno, sin embargo, un anestesiólogo no va a estar interesado en formar esas mezclas. Lo primero que cuida es el oxígeno con su gas anestésico en las proporciones de baja límite inferior de inflamabilidad, sino el paciente puede convertirse en una bomba. Las exhalaciones del paciente no deben dejarse dentro de quirófanos, la extracción y ventilación necesita ser constante, permanente para evitar la acumulación de exhalaciones.

Ing. Saúl Treviño | Normas de Seguridad Eléctrica en Hospitales NFPA 70, NFPA 99 y NEC [Parte 8]

Así como en lugares húmedos hay que instalar una protección a través de un sistema aislado, cuando no se tolere la primer falla, en áreas clasificadas peligrosas se tiene que instalar un sistema aislado. El sistema aislado da la protección en el límite de explosividad inferior para que no exista ningún problema.

Como ejemplo, definamos cuándo y dónde se requiere instalar un sistema aislado y piso conductivo:

1. Definir los gases y líquidos inflamables o no que se utilizarán y las mezclas que se formarán durante la práctica de la anestesiología.
2. Determinar si el área se considera mojada o húmeda durante la presencia del paciente, sujeto a procedimiento de diagnóstico o tratamiento.
3. Establecer si se tolera la primer falla o interrupción de energía eléctrica utilizando un GFCI y por cuánto tiempo.
4. Evaluar el riesgo de electrocución o daño del paciente, con base en el procedimiento médico quirúrgico que se aplica con uso de equipos médicos eléctricos.
5. Evaluar el riesgo de choque eléctrico al paciente, al personal médico y de enfermería por el uso y operación de equipo eléctrico.
6. Revisar las consecuencias de movimientos involuntarios del personal médico, de enfermería y del paciente, motivados por las descargas estáticas acumuladas.

A través del responsable sanitario o cuerpo de gobierno del hospital se debe obtener la información que permita una evaluación para definir el sistema eléctrico que se instalará. El sistema aislado debe instalarse cuando se presente cualesquiera de las condiciones siguientes:

- a) Se utilicen gases anestésicos inflamables (517-61 a, 1 y 2).
- b) No se tolere la interrupción de la energía eléctrica de un GFCI en un lugar o área considerada mojada o húmeda (517-20 a y b).
- c) Se presente riesgo de daño al paciente por ser clasificado como susceptible de electrocución (10 micro A. IEEE STD 602-1996).
- d) No se permite riesgo de choque eléctrico al paciente, personal médico y de enfermería.

El piso conductivo debe instalarse cuando:

- a) Se utilicen gases anestésico inflamables.
- b) No exista algún otro medio o ambiente para prevenir las descargas estáticas acumuladas y no se permitan los movimientos involuntarios del paciente, personal médico y de enfermería.

En NFPA, el cuerpo del gobierno del hospital, nuestra norma y la Ley General de Salud menciona que todos los hospitales deben tener un responsable sanitario.

Ing. Saúl Treviño | Normas de Seguridad Eléctrica en Hospitales NFPA 70, NFPA 99 y NEC [Parte 9]

Si se opera piel donde no tenga que ver la electrocución del paciente puedo usar un sistema no aislado.



Ing. Saúl Treviño | Normas de Seguridad Eléctrica en Hospitales NFPA 70, NFPA 99 y NEC [Parte 10]

La NFPA es el único documento que trae las pruebas que se tienen que hacer de los sistemas aislados.

