

Sesión de ingeniería clínica

Presidente: Dr. Ezequiel González Suárez,
Servicio de Ingeniería Biomédica,
Centro Hospitalario
"20 de Noviembre", ISSSTE

33

Desarrollo de un programa de ingeniería clínica en el Centro Hospitalario "20 de Noviembre"

Jorge García G., Fernando Sánchez T., Octavio López G., Salomón Rosenthal C., Roberto Pizá D., Humberto Rebolledo D., Ildefonso Girón M. y Ezequiel González Suárez. Servicio de Ingeniería Biomédica, C.H. "20 de Noviembre", ISSSTE.

Se presenta una breve historia del Servicio de Ingeniería Biomédica del Centro Hospitalario "20 de Noviembre", en el D.F.

Dadas las características especiales y el gran volumen de trabajo generado en este centro hospitalario, se implementó un programa con características particulares.

Se presentan también los resultados obtenidos en las áreas de: a) Mantenimiento Preventivo, b) Mantenimiento Correctivo y c) Enseñanza Técnica al personal médico e ingenieril.

34

Programa de control de equipo médico en el Centro Hospitalario "20 de Noviembre"

Roberto Pizá D., Salomón Rosenthal C., Octavio López G., Ildefonso Girón, Humberto Rebolledo D., Fernando Sánchez T. y Ezequiel González S. Servicio de Ingeniería Biomédica, C.H. "20 de Noviembre", ISSSTE.

Dado el volumen y la diversidad de equipos con los que cuenta el Centro Hospitalario "20 de Noviembre" (1 800 equipos), surgió la necesidad dentro del proceso de reparación de crear un sistema de control y estadística de equipo.

Este sistema tiene por objeto evaluar la eficiencia del Servicio de Ingeniería Biomédica en cuanto a mantenimiento y estimar los costos de reparación totales, por equipo y por tipo de equipo.

También se usa este sistema para determinar la situación y/o condición de cada equipo, lo que ayuda a determinar el fin de su vida útil.

35

Aspectos de ingeniería clínica en el diseño de una unidad de cirugía para un hospital de 350 camas*

Armando Chávez Olace. Ingeniería Biomédica, Universidad Iberoamericana.

La ingeniería clínica es definitivamente un área multidisciplinaria dentro de la Ingeniería Biomédica. En este sentido, el propósito de esta presentación es ilustrar las relaciones de trabajo, las consideraciones y las especificaciones que debe

* Este trabajo está basado en el proyecto que el autor llevó a cabo para el Parma Community General Hospital, Cleveland, Ohio, en el período 1979-1980.

tomar en cuenta un ingeniero clínico en la función de asesorar y participar en el diseño de una unidad quirúrgica.

Las funciones más importantes del ingeniero clínico son el mantenimiento del más seguro ambiente clínico posible y del máximo rendimiento del equipo médico disponible, de manera que se proporcione el mejor cuidado médico al paciente.

En el área de cirugía, el ingeniero clínico se enfrenta con diferentes sistemas técnicos que deben satisfacer las especificaciones de calidad y seguridad para los cuales fueron diseñados. Estos sistemas son: 1) Aire acondicionado y ventilación. 2) Iluminación del campo quirúrgico. 3) Sistema eléctrico. 4) Equipo Médico.

A través de su interacción con el ingeniero hospitalario, el arquitecto, el personal médico relacionado con cirugía (cirujanos, enfermeras, etcétera), así como la administración del hospital y las organizaciones externas (e.g. Agencias reguladoras), el ingeniero clínico determinará cuáles son las especificaciones con las que estos sistemas deben cumplir. En aquellas áreas que sean de su competencia (e.g. instrumentación médica, seguridad eléctrica, etcétera), también se encargará de su diseño e implementación.

En este proyecto, para cada uno de los sistemas técnicos mencionados anteriormente se hizo un estudio previo de las características y especificaciones requeridas tomando en cuenta el aspecto tanto clínico como el económico, y de ahí se planteó un prototipo de diseño. En el caso del sistema de aire acondicionado y ventilación, la función del ingeniero clínico se limita a definir métodos y especificaciones necesarios (flujo turbulento en lugar de laminar, requerimientos de temperatura, humedad, flujo, etcétera). Es labor del ingeniero del hospital y del arquitecto el encontrar los medios técnicos más factibles para lograrlo.

Es importante hacer notar que toda especificación debe estar totalmente respaldada y fundamentada. De no ser así, carece de valor y podrá usarse contra el diseñador en caso de errores o cambios.

Todos los aspectos descritos arriba son comentados y ejemplificados con detalle en la presentación.

Finalmente, quiero enfatizar que con frecuencia (y no sólo en México) el ingeniero clínico se enfrentará a un ambiente hostil y desconocido durante su trabajo: es por ello fundamental el que disponga del mayor número de herramientas posibles (conocimientos, referencias, personalidad,

etcétera) para salir adelante. Este tipo de proyecto es un buen ejemplo de dicha situación.

36

Potencial de la ingeniería clínica

Jorge Takenaga F. Ingeniería Biomédica, Universidad Iberoamericana.

La presente ponencia tiene por objetivo ilustrar el campo de trabajo del ingeniero clínico, y para esto se exponen algunos proyectos realizados por el autor en el Hospital St. Luke's de Cleveland, Ohio. Entre esos proyectos se encuentran:

1) Conferencia sobre seguridad eléctrica para enfermeras. Allí se tratan a nivel básico los conceptos fundamentales de electricidad y los posibles contactos que con ella tiene una enfermera en el hospital. La conferencia hace énfasis en aspectos de seguridad eléctrica en unidades de cuidado intensivo, y finaliza dando recomendaciones generales.

2) Instalación de un equipo de monitoreo para una sala de cirugía. Para este proyecto se dan las especificaciones necesarias para la instalación de este equipo.

3) Elaboración de un programa de mantenimiento y seguridad eléctrica de equipo de laboratorio clínico. Este proyecto evalúa las necesidades de los laboratorios clínicos para la implementación de un programa de mantenimiento que incluya inventario, procedimientos y una evaluación de la cantidad de trabajo en horas/hombre necesarias para llevar a cabo su programa eficientemente.

4) Diseño de un display digital de parámetros fisiológicos para usarse durante procedimientos de cirugía a corazón abierto. Este proyecto pretende proporcionar al operador de la máquina de circulación extracorpórea un display digital que monitoree presiones arterial y venosa y temperatura de un paciente, ya que debido a la posición que el operador ocupa durante la cirugía no alcanza a ver el monitor principal.

Después de la exposición de estos proyectos, se sacarán conclusiones sobre los beneficios que ofrece un departamento de ingeniería clínica a un hospital.

Seguridad eléctrica en áreas de terapia intensiva

Teófila Cadena Alfaro, Instituto Nacional de la Nutrición. Joaquín Azpiroz Lechan y Verónica Medina Bañuelos, H.G. "General Ignacio Zaragoza", ISSSTE. Patricia Ortega Vázquez y Mónica Rode de Limón, H.G. "Dr. Darío Fernández", ISSSTE.

La seguridad eléctrica en el medio ambiente hospitalario es uno de los factores más importantes a considerar dentro de las actividades de la ingeniería clínica. En México, el término seguridad eléctrica es prácticamente desconocido y por lo general no se aplican métodos adecuados para la instalación y control del sistema eléctrico y del equipo electromédico utilizado dentro del hospital.

Se realizó un análisis de seguridad eléctrica en varias unidades hospitalarias del D.F. y se encontró que por lo general las instalaciones son deficientes. Además, se observó que los casos de choque eléctrico a pacientes o a operadores de equipo médico se presentan con una frecuencia alarmante.

Debido a las consideraciones anteriores, se ha desarrollado un programa global de seguridad eléctrica para su aplicación en todas las unidades hospitalarias. Este programa consta de cuatro puntos básicos:

- 1) En áreas para pacientes eléctricamente susceptibles, el diseño e instalación de una tierra que siga criterios especiales de diseño y calidad de materiales, estableciendo áreas equipotenciales.
- 2) La revisión de las áreas críticas del hospital, a través de la medición de parámetros tales como potenciales de tierra, polaridad, condición de las tierras y el funcionamiento de la instalación en general.
- 3) La revisión del equipo en las áreas donde se implemente el programa de seguridad eléctrica. Esta revisión incluye una inspección general, la medición de la resistencia a tierra, la resistencia de aislamiento y la medición de las corrientes de fuga.
- 4) Capacitación del personal en los procedimientos esenciales de seguridad eléctrica para evitar cualquier error de manejo, de instalación o de procedimiento que pueda perjudicar al paciente o al operador del equipo.

Se ha visto que la implementación de este programa es relativamente sencilla, y sólo es ne-

cesario que el problema de seguridad eléctrica sea conocido para poder llevar a cabo estos procedimientos en todas las unidades hospitalarias.

Analizador de seguridad eléctrica

Joaquín Azpiroz Lechan y Verónica Medina Bañuelos, H.G. General Ignacio Zaragoza, ISSSTE. Patricia Ortega Vázquez y Mónica Rode de Limón, H.G. Dr. Darío Fernández, ISSSTE. Mario Laguna Guevara. UAM-Ixtapalapa. Teófila Cadena Alfaro. Instituto Nacional de la Nutrición.

En los últimos años, el uso de la instrumentación médica se ha incrementado significativamente. De esta forma, en clínicas y hospitales cada día hay más equipos necesarios para mejorar la calidad del cuidado al paciente, pero al mismo tiempo pueden producir efectos tales como choque eléctrico. Estos efectos indeseables no siempre son detectables ni se pueden relacionar fácilmente con fallas en el equipo, debido a la pequeña magnitud de las corrientes involucradas. En México, el peligro de choque eléctrico no es considerado dentro de los procedimientos de revisión del equipo.

Ciertas técnicas, tales como la inserción de catéteres, conllevan un peligro cuando se utilizan conjuntamente con instrumentos que no han sido específicamente diseñados para aislar al paciente de peligros por choque eléctrico. Existen otras condiciones que ponen en peligro al paciente, tales como la calidad de las tierras en la instalación eléctrica, las corrientes de fuga inherentes a los aparatos y las características de conductividad de los pisos en áreas especiales.

La mayoría de las pruebas de seguridad eléctrica pueden ser realizadas dentro de un hospital utilizando un dispositivo llamado analizador de seguridad eléctrica, el cual mide los siguientes parámetros: 1) Corrientes de fuga. 2) Resistencia del chasis a tierra 3) Resistencia de aislamiento. 4) Polaridad de la instalación. 5) Estado de la tierra de la instalación.

Se ha diseñado un instrumento (cuya construcción está en desarrollo) capaz de medir todos estos parámetros y que consta de un rectificador de onda completa para microcorrientes acoplado

a un amperímetro. Conjuntamente, se tiene una fuente de voltaje que se conecta a este medidor de corriente a través de los parámetros de resistencia que se quieren medir, los cuales están conectados por medio de un sistema de interruptores. Así mismo, la conexión a la fuente de alimentación del instrumento indica si la polaridad del receptáculo utilizado es la correcta.

Utilizando este instrumento para revisar cada equipo electromédico dentro de las áreas críticas del hospital, junto con una revisión periódica de las instalaciones, se puede tener un ambiente razonablemente seguro para todos los pacientes susceptibles a las corrientes eléctricas.

39

Control de calidad de un aparato de radiodiagnóstico

José R. Telich. Laboratorio de Física, Hospital Español

El propósito principal del control de calidad en los aparatos de radiodiagnóstico es el de permitir al médico obtener la mayor y mejor información posible de una radiografía, tratando siempre de exponer al paciente al mínimo de riesgo.

En el presente trabajo se describen las pruebas básicas que efectúan durante el desarrollo del control de calidad y se explica la utilidad de cada una de ellas, así como la importancia que tienen tanto para el técnico como para el paciente.

Todas las pruebas descritas son no invasivas, es decir, no es necesario hacer conexiones eléctricas o mecánicas especiales al aparato de rayos X. Una vez establecidas, pueden efectuarse en corto tiempo, lo que significa seguridad para el radiólogo, pues las puede aplicar frecuentemente.

Las pruebas que se describen cubren los aspectos de kilovoltaje, tiempo de exposición, congruencia del haz de radiación, miliamperaje, centrado de la rejilla, distancia foco-detector y dimensiones del foco.

40

Desarrollo de un módulo de monitoreo de señales fisiológicas por impedancia. Aplicación del diseño a las señales de respiración, monitoreo cardiaco y actividad uterina.

Humberto Rebolledo Díaz. Servicio de Ingeniería Biomédica en el C.H. "20 de Noviembre". Sonia Charleston G. Programa de Servicio Social de Ingeniería Biomédica, ISSSTE.

Se ha desarrollado un módulo de monitorización por impedancia capaz de ser adaptado por medio de submódulos intercambiables de bajo costo para la detección de cualquier evento fisiológico que se manifieste en un cambio de geometría, conductividad o un desplazamiento de tejido biológico.

Se discuten las consideraciones de seguridad y estabilidad, así como los detalles del diseño. Se plantean las ventajas del método y del equipo, así como sus limitaciones. Se demuestra el rendimiento del instrumento en la detección de señales cardiopulmonares y en la aplicación clínica, obstétrica y perinatal. Por último, se describen y discuten algunas extensiones posibles del instrumento para aplicaciones específicas.

41

Diseño de un marcapaso cardiaco artificial a demanda

Lorenzo Leija Salas. Sección de Bioelectrónica. Departamento de Farmacología, CIEA-IPN.

El presente diseño corresponde a un generador de pulsos eléctricos capaces de iniciar los ciclos cardiacos al aplicarse al corazón en el que fallan los mecanismos normales de activación. Se ha escogido el sistema conocido como "Marcapaso a demanda de tipo inhibido". Este dispositivo capta la actividad eléctrica intrínseca del corazón y no emite pulso de estimulación a menos que la frecuencia cardiaca espontánea del paciente caiga

por debajo de un límite predeterminado (usualmente 70 latidos por minuto). La presentación y materiales empleados para la cubierta dependerá de si se desea hacer la implantación subcutánea a largo plazo del dispositivo o si se desea usarla externamente.

El circuito consta de las siguientes secciones:

- 1) Sección osciladora, con frecuencia ajustable entre 60 y 90 estímulos por minuto.
- 2) Sección conformadora del pulso eléctrico de estimulación.
- 3) Sección reguladora de la intensidad del pulso eléctrico.
- 4) Sección detectora de la actividad eléctrica cardíaca.
- 5) Sección de inhibición del oscilador.
- 6) Sección de protección contra posibles descargas del desfibrilador.
- 7) Batería de operación.

En la selección de los materiales y principios de diseño se han tenido particularmente en consideración dos aspectos: a) el margen de seguridad de operación del instrumento, y b) la obtención del grado de eficiencia que permita la mayor duración, posible de la batería de alimentación.

42

Equipo para un sistema hospitalario automático, de captura y proceso de pedidos de análisis de laboratorio

Genaro Rodríguez, César González Beltrán y Carlos García Mora. Unidad de Informática, Instituto Nacional de Cardiología.

En todos los hospitales de tamaño mediano o grande la organización de los pedidos insume un tiempo relativamente importante, previo al inicio de la recolección de las muestras por los distintos servicios solicitantes.

Por otra parte, dicha organización sólo alcanza un nivel elemental, que no permite optimizar el empleo de los tiempos y movimientos del personal ni vincular efectivamente a este sistema con los demás sistemas hospitalarios.

El punto crítico de la elaboración de un sistema computarizado que maneje esta problemática reside en la captura y transmisión de datos a la central de cómputo.

Para efectuar dicha función, se diseñó y construyó en el Instituto a) un prototipo de terminal especial, destinada a la central de enfermería de un servicio, y b) una estación concentradora capaz de conectarse por teleproceso a la computadora central, o bien de actuar independientemente.

La presente comunicación da cuenta de este desarrollo y describe algunas de las muchas posibilidades de optimización del control hospitalario que pensamos concretar al implantar como rutinario el empleo de estos equipos.

43

Sistema para recuperación de datos desde expedientes clínicos codificados

José Miguel Casanova, Oscar Carmona y Francisco Gutiérrez. Unidad de Informática, Instituto Nacional de Cardiología.

El archivo clínico del Instituto cuenta con más de 190 mil expedientes codificados con base en una serie de datos filiatorios, clínicos y asistenciales, a efectos de su identificación para estudios de revisión casuística o epidemiológica.

La consulta a este banco de datos constituye actualmente un servicio de mucha aceptación y demanda por parte del cuerpo médico, con la cual se generan, en ocasiones cargas de trabajo relativamente importantes.

El manejo de tal sistema ha atravesado varias etapas y ha superado diversos problemas; finalmente ha arribado a una solución satisfactoria y confiable que resulta además compatible con la implantación de nuevos criterios de codificación, de acuerdo con lo recomendado por la Organización Mundial de la Salud.

En esta comunicación se presenta un análisis de las solicitudes de búsqueda formuladas por los clínicos, una revisión de los principales problemas enfrentados, y una descripción del nuevo sistema implantado.

El sistema, sin embargo, es entendido a su vez como una nueva etapa de evolución, misma que resultará determinada por el proceso gradual de coordinación e integración interinstitucional de los datos, y cuyas exigencias técnicas tratamos de definir tentativamente.