

EL TELEGRAFO

Guayaquil, viernes 28 de abril de 1989

## Importancia del ingeniero electrónico en los hospitales

Por: Miguel Yapur A.

Hace unos treinta años, los equipos utilizados en los hospitales eran sencillos y escasos; se limitaban a dispositivos tales como las máquinas de succión, vaporizadores y esterilizadores. A partir de ese entonces comienza el desarrollo de la era espacial y el despegue de la tecnología electrónica; la maravilla de la miniaturización y de la computación fue aplicada en forma genial a la medicina y dio paso a la ingeniería biomédica.

En las últimas dos décadas se ha impulsado el desarrollo de la instrumentación biomédica, y actualmente existen miles de equipos que sirven para rutinas de diagnóstico y para el tratamiento de enfermedades; la complejidad y sofisticación de los mismos cada vez es mayor, lo cual demanda conocimiento y experiencia en la selección, en la operación y en el mantenimiento de los equipos de instrumentación biomédica.

El proceso de adquisición de un equipo médico es complejo ya que involucra los aspectos médicos, técnicos y económicos, los cuales dificultan la decisión de cuál equipo es más conveniente para la institución hospitalaria, sea ésta pública o privada. De acuerdo a lo dicho, debe existir un equilibrio entre las responsabilidades que involucran al médico, al administrador del hospital y al ingeniero electrónico-médico.

El médico, con el afán de precautelar vidas, mejorar su sistema de diagnóstico y elevar el nivel profesional, es el encargado de crear la necesidad de la adquisición de un equipo determinado para su departamento en el hospital en el que presta sus servicios.

El administrador del hospital, quien es el encargado de tratar de mejorar la calidad y eficiencia del servicio médico, es la persona que debe decidir si el equipo que se va a comprar es económicamente conveniente para los intereses del hospital.

El ingeniero electrónico-médico, que por supuesto posee conocimientos sólidos en

electrónica e ingeniería y conocimientos básicos de medicina, es quien va a dar su criterio sobre los aspectos técnicos del equipo a ser adquirido, ya que debe tomar en cuenta los gastos y preparación técnica del personal que llevará a cabo el mantenimiento preventivo y la reparación del mismo.

Actualmente en nuestro país, la opinión del ingeniero no es requerida y ésta falta, además de redundar en gastos exagerados de dinero, prontamente lleva a una disminución de la capacidad operativa de los hospitales debido a la falta de personal preparado y de conocimientos en el manejo, y a la escasez de repuestos.

El mantenimiento de equipos médicos no involucra únicamente la tarea de realizar un mantenimiento preventivo periódico o una reparación cuando la capacidad operativa de los mismos se ha pedido. El ingeniero, para garantizar un uso eficiente de los equipos debe entrenar al personal paramédico en el uso y manejo adecuado de los mismos. Asimismo, debe procurar tener contacto con la firma vendedora para cuando exista la necesidad de adquirir repuestos, y debe entrenar adecuadamente al personal técnico que trabaja con él, para garantizar un servicio eficiente.

Además, el ingeniero electrónico debe implantar un programa de seguridad eléctrica, el cual va a permitir que el uso de los equipos médicos no sea peligroso para los pacientes que van a estar en contacto con ellos.

En nuestro medio pocos hospitales tienen personal que realice todas las tareas descritas arriba, siendo el mayor problema el aspecto que concierne a los repuestos.

Como se ha explicado en este artículo, el ingeniero electrónico médico ya es una necesidad en nuestro medio puesto que el avance vertiginoso de la electrónica aplicada a la medicina lo convierte en un individuo indispensable en los ambientes hospitalarios, tanto como lo es un médico.

## La Electrónica en la medicina moderna

Por: Ing. Miguel Yapur Auad

El próximo 25 de noviembre se cumplirán 5 años de la primera implantación exitosa de un corazón artificial en un ser vivo. Se la considera exitosa porque le permitió al paciente que la recibió, William Schroeder, prolongar su vida 20 meses ya que su corazón natural estaba totalmente debilitado. Este hecho marcó un hito histórico tanto en la medicina como en la ingeniería, creando además polémica a nivel filosófico; sin embargo, detrás de este acontecimiento hay una verdad a la que no se le ha prestado la debida importancia: La medicina para poder desarrollarse necesita de la ingeniería y en especial de la electrónica.

El corazón artificial que recibió W. Schroeder, llamado "Jarvik 7", fue el producto del esfuerzo que involucró a científicos de la medicina y de la ingeniería. Las funciones que este corazón artificial debía realizar para reemplazar definitivamente al corazón humano estaban controladas por un computador incorporado.

Durante el proceso de implantación del Jarvik 7, todo el instrumental utilizado fue electrónico. Hoy en día, cualquier tipo de operación que se lleva a cabo necesita de instrumental electrónico. Asimismo, en las rutinas de diagnóstico y de terapia que los médicos realizan actualmente, se utilizan equipos electrónicos; tal es el caso de la electrocardiografía, la ecosonografía, el instrumental de laboratorio clínico, el uso del rayo laser en la medicina, etc.

Cuando comenzó la operación para implantar el corazón artificial, los cirujanos abrieron el pecho de W. Schroeder usando un electrobisturí, el cual es un instrumento electrónico que hace pasar corrientes eléctricas de alta frecuencia por el cuerpo del paciente, produciendo el corte del tejido y la coagulación de los vasos sanguíneos de-

bido al calor generado por las corrientes concentradas en la punta del bisturí al acercarlo a la piel del paciente.

Durante esta operación, al igual que en otras de diversa naturaleza, los signos vitales del paciente debieron ser controlados y para ello, se usaron los monitores. Para medir la presión sanguínea y detectar la actividad del corazón, se emplearon electrodos, amplificadores electrónicos, registradores de papel, pantallas de TV, sistemas de alarma, etc.

Al momento de la implantación del Jarvik 7, así como en operaciones cardíacas de diferente índole, se utilizó la máquina corazón-pulmón, la cual es la encargada de hacer circular la sangre por todo el cuerpo y de oxigenarla mientras dura la operación. Esta máquina consta de varias bombas peristálticas y de un bloque intercambiador de oxígeno y de calor, los cuales son controlados por un computador.

En agosto de 1986, W. Schroeder falleció después de sufrir un derrame cerebral masivo; éste fue detectado usando un tomógrafo axial computarizado, el cual es un equipo electrónico que permite obtener imágenes de partes inaccesibles utilizando los rayos x.

Si bien es cierto que el diseño del corazón artificial necesita perfeccionarse para que sea lo más confiable y le brinde mayor independencia al paciente que lo reciba, el paso ya está dado, y con la existencia del riñón artificial y del pulmón artificial, actualmente de uso rutinario, se va trazando un camino en el cual la medicina se va haciendo cada vez más dependiente de la electrónica, y en un futuro cercano la unión de estas dos ciencias permitirá al hombre alcanzar metas que son sólo sueños en la actualidad.

# La biónica y el futuro

Por Ing. Miguel Yapur Auad  
Introducción

La biónica es utilizada para rehabilitar a personas que sufren alguna deficiencia corporal, sea ésta de carácter interno o externo; la manera en que se la usa es mediante la construcción de partes artificiales del cuerpo humano.

Actualmente, la biónica ha permitido que casi todas las funciones humanas sean construidas artificialmente. Aunque en los primeros años se buscaba únicamente que la función sea duplicada sin importar la apariencia física, hoy en día las partes artificiales están llegando a ser construidas en forma muy similar a las naturales en el aspecto físico. Más aún, debido a que las partes artificiales son construidas por el hombre, éste puede desarrollarlas a su conveniencia y lograr que la función artificial sea más poderosa que la natural.

La biónica, además de ser una ayuda para la raza humana, podría en el futuro atentar contra ella ya que se crearían seres más poderosos que tenderían a rivalizar con los normales.

## 1.- CONCEPTOS FUNDAMENTALES

Se llama minusválido al ser que tiene una deficiencia anatómica, fisiológica o mental y que le restringe su desenvolvimiento normal. Nuestra principal tarea como seres humanos, es ayudar a los minusválidos a que lleven una vida útil.

Existen varias técnicas por medio de las cuales las personas minusválidas pueden ser rehabilitadas, y una de ellas es la "biónica". La biónica es una ciencia interdisciplinaria que trata sobre la construcción de sistemas artificiales con algunas de las características de los sistemas vivos.

Muchas personas pueden ser consideradas diferencialmente como minusválidas en cualquier época de sus vidas. Ellas pueden nacer imposibilitadas, pueden quedar incapacitadas a medida que envejecen, o después de sufrir accidentes. La incapacidad es un tema que nos provee puntos de referencia de la capacidad funcional, y de acuerdo con esto, las incapacidades se clasifican como sigue:

Malformación o ausencia de una parte del cuerpo; pérdida posterior de una parte del cuerpo; ausencia de reacción espontánea a eventos en el ambiente; y, ausencia de recuperación espontánea después de un daño inicial.

La forma en que la incapacidad de una persona pudiera resultar minimizada o eliminada es a través de la rehabilitación. La palabra rehabilitación no significa

únicamente un tratamiento en un departamento físico o consultorio aislado; es necesario combinar el tratamiento con encuentros periódicos entre los pacientes y los médicos, de tal forma que el conocimiento médico y la experiencia pudieran ser intercambiados.

La rehabilitación aplicada a personas minusválidas se la puede dividir en dos importantes áreas: Interna: Desarrollo de órganos artificiales y trasplantes.

Externa: Desarrollo de prótesis y trasplantes.

Estas dos áreas involucran dos técnicas, la una que trata con los trasplantes ya sea de extremidades (superior e inferior) o de órganos internos, de una persona (donante) a otra persona (receptor); y la otra que trata con el diseño y la construcción (prótesis) o de órganos internos artificiales.

## 2.- LA BIONICA COMO UNA TECNICA DE REHABILITACION

El diseño y la construcción de prótesis y de órganos internos artificiales no fueron realizados inicialmente para que reemplacen exactamente a la parte natural; el hecho de importancia es que debía reemplazar exactamente la función que ésta hacía. Ejemplos típicos de lo dicho son la silla de ruedas, la máquina de diálisis (el riñón artificial), el pulmón artificial, etc. donde todos ellos cumplen la función que la parte natural hacía, aunque la parte externa, su apariencia física, es totalmente diferente a la de la natural.

El estudio de los organismos vivos como prototipos para dispositivos hechos por el hombre, incrementó la necesidad de resolver las limitaciones mecánicas de las máquinas. El hombre ha aprendido cómo desarrollar y simplificar sistemas similares, y la electrónica es la ciencia utilizada para llevar a cabo esta tarea. Hoy en día, la microelectrónica está siendo completamente desarrollada, y usando esta tecnología en la construcción de partes humanas artificiales, será posible en un futuro cercano diseñar y construir aquellas partes con las mismas dimensiones que los originales.

La biónica puede ser comparada con la cibernética, ya que ambos usan modelos de sistemas vivos; la biónica para encontrar nuevas ideas que se apliquen a sistemas y máquinas artificiales útiles, y la cibernética para buscar la explicación del comportamiento de los seres vivos. La ciencia híbrida proviene de las palabras biología y electrónica.

La biónica es principalmente utilizada en el estudio de los órganos receptores de extrema sensibilidad, como son los ojos, las orejas; en la recuperación de la capaci-

dad del sistema nervioso central y en el cerebro. También se la utiliza en el estudio de las extremidades articuladas.

## 3.- CONSTRUCCION DE PARTES ARTIFICIALES DEL CUERPO HUMANO

El diseño de extremidades artificiales es un campo extenso, y sus principales aspectos están basados en el uso de motores y circuitos electrónicos de control, los cuales simulan las tareas que las extremidades naturales son capaces de hacer. Actualmente, uno de los grandes logros es el desarrollo de un sistema prostético de extremidad superior, llamado el brazo de Utah, el cual consiste de una serie de módulos para ser usados por personas con amputaciones desde la muñeca hasta el comienzo del antebrazo. Las funciones que es capaz de realizar reemplazan casi exactamente las del miembro amputado.

El diseño de órganos artificiales para el cuerpo humano es una tarea mucho más difícil, ya que su construcción debe ser cuidadosamente realizada, y su funcionamiento debe ser lo más perfecto posible. Un hombre puede vivir una semana o un poco más sin riñones, tres días sin hígado; y unos pocos segundos sin corazón o pulmón. Los cuatro órganos arriba mencionados ya han sido artificialmente diseñados y construidos, y además implantados en seres humanos.

En lo referente al hígado y al riñón, el diseño de órganos artificiales que reemplacen sus funciones todavía no está optimizado; existen problemas en la compatibilidad biológica, en la fijación y uso continuo debido al tamaño, el control y adquisición de señales, y especialmente en la transferencia de sustancias químicas.

El corazón artificial alcanzó una etapa importante luego de la implantación de la unidad Jarvik-7 en un paciente hace aproximadamente 2 años. Dicha persona sobrevivió 620 días. Pese a que no está del todo optimizado el diseño del corazón artificial, el logro alcanzado es bastante prometedor, y quizás en 6 ó 7 años el corazón artificial total sea una realidad al alcance de los humanos.

El pulmón artificial sólo no existe; el dispositivo que se ha diseñado y se usa actualmente es la máquina corazón-pulmón; este dispositivo extracorporeal, consiste de varias bombas y un oxigenador e intercambiador de calor. Cuando éste bombea sangre, es crucial el prevenir la destrucción de los glóbulos rojos y blancos; por tal motivo las máquinas corazón-pulmón usan

bombas peristálticas. Este tipo de bombas tiene rodillos sobre un brazo que rota, el cual oprime un tubo plástico en el que se encuentra la sangre, forzándola de esta manera a que se mueva en la dirección del movimiento de los rodillos; estas bombas producen un flujo que se asemeja a los patrones de flujo sanguíneo que genera el corazón natural. El uso primordial de esta máquina es en trasplante de corazón y en operaciones de corazón abierto.

Tal vez, el sistema más difícil de reemplazar es el nervioso y también el cerebro. El cerebro gobierna los movimientos y acciones de la persona; está conectado a todos los sistemas sensoriales, y ésta es la tarea más difícil de reemplazar. Un reemplazo aproximado del cerebro es una computadora; y, aunque las computadoras han alcanzado un alto nivel de desarrollo en el uso especial de la información en circunstancias cambiantes, éstas no pueden igualar la evaluación alternativa de los cursos de acción que muestran los seres humanos. El elemento importante en la acción humana es el reconocimiento de patrones, el cual está basado en procesos de aprendizaje, ya que cada situación en alguna forma se parece a otra situación experimentada anteriormente. Las computadoras no han logrado todavía alcanzar este nivel.

## 4.- IMPLICACIONES FUTURAS

Si todas las partes artificiales del cuerpo humano que fueron mencionadas anteriormente, llegaren a alcanzar un nivel técnico superior al de las naturales, las personas que vayan a usarlas tendrían capacidades superiores a las de los humanos ordinarios y esto traería como consecuencias la rivalidad y por qué no decirlo la creación de dos diferentes tipos de hombres: los ordinarios y los artificiales.

## CONCLUSIONES

La duplicación del cuerpo humano es una tarea reservada para el Creador y aunque el avance de la ciencia indica que los hombres están tratando de realizarla en el futuro parece que va a ser posible llegar a este objetivo. Debido a su complejidad maravillosa, el cuerpo humano puede ser considerado como una máquina, y si pensamos que la biónica es actualmente usada para reparar a esta máquina y que las alteraciones son pequeñas en naturaleza, el cuerpo humano básico será susceptible a cambios radicales, y la construcción de partes artificiales nos conducirá a conseguir mejoras del cuerpo humano. El futuro es incierto, pero la principal tarea para el presente es la de rehabilitar a los minusválidos por medio de la biónica.

## La instrumentación electrónica y la medicina moderna (I)

Por Ing. Miguel Yapur Auad

Hace pocos días en un programa de televisión bien conducido y donde se tratan problemas que son apropiadamente seleccionados, se abordó el tema de la mala práctica médica. Distinguidos profesionales fueron invitados a expresar sus ideas y pienso que al cabo de la segunda parte los planteamientos estuvieron lo suficientemente claros para dejar sentadas las bases de una reforma a las leyes actuales en lo concerniente a la mala práctica médica.

El tema fue claro y se lo trató desde varios puntos de vista, aunque faltó tocar dos aspectos que están muy relacionados con el tema en mención: "La confiabilidad de los equipos médicos y la seguridad que le brindan a los pacientes".

Hoy en día, la medicina no puede desarrollarse sola, sino que necesita ir de la mano de la ingeniería, y en especial de la electrónica para poder avanzar. Tal es así, que actualmente todos los equipos médicos utilizados en las rutinas de diagnóstico son controlados por circuitos electrónicos, por lo cual deben ser operados con electricidad.

### 1.- CONFIABILIDAD DE LOS EQUIPOS MEDICOS:

Como la electrónica juega un papel importante en el funcionamiento de los equipos médicos, éstos deben ser operados apropiadamente, y se les debe verificar periódicamente la calibración. He ahí la importancia de los mantenimientos preventivos. Si un equipo se descalibra o no está funcionando correctamente, entonces no podrá ser usado en forma confiable. Pensemos por un momento en la eventualidad que un médico emita un diagnóstico sobre un paciente si el equipo médico que utilizó estaba descalibrado.

En octubre del año anterior se llevaron a cabo las I Jornadas en Electrónica Médica, las cuales fueron organizadas por la ESPOL. Prestigiosos profesionales nacionales y extranjeros fueron invitados como

conferencistas. Los temas que ellos abordaron fueron de diversa índole. Uno de los conferencistas, el Ing. Silas Young, profesional norteamericano que labora en nuestro medio, habló sobre el mantenimiento de los equipos médicos en nuestro país. Expresó que "los equipos médicos de las clínicas y hospitales cuando se dañan pueden ser reparados por personal calificado, pero no existe una certificación de que éstos quedan funcionando apropiadamente y completamente calibrados". En nuestro país no existe ningún organismo que certifique el buen estado de funcionamiento de los equipos médicos de las clínicas y hospitales.

Como acotación a lo expresado en los párrafos anteriores vale mencionar que en los Estados Unidos de Norte América existe una entidad llamada JCAH (Comisión Unida para Acreditar Hospitales), la cual se encarga de verificar que todos los hospitales de dicho país funcionen de acuerdo a las leyes vigentes y mantengan sus departamentos operativos. Inclusive, revisa la documentación correspondiente a la periodicidad de los mantenimientos preventivos realizados a los equipos médicos y comprueba el estado operativo de los mismos. La JCAH certifica tanto a los equipos como a los hospitales, y éstos son acreditados ante la comunidad. Si la JCAH llegara a encontrar que un hospital no cumple con las disposiciones legales o con el mínimo nivel de operatividad, éste pierde categoría y se desacredita ante las compañías aseguradoras. Si las faltas fuesen más graves, el hospital es obligado a cerrar sus puertas y a pagar fuertes multas.

Valdría la pena alertar a los futuros gobernantes para que tomen conciencia sobre este problema y que las leyes actuales sean reformadas. También sería de gran utilidad que se forme un organismo que certifique la confiabilidad de los centros hospitalarios de nuestro país y así elevar el nivel profesional de la rama médica.

## La instrumentación electrónica y la medicina moderna (II)

Por Ing. Miguel Yapur Auad

En la entrega anterior mencionamos 2 aspectos que podrían ayudar a que los centros hospitalarios de nuestro país mejoren la calidad de atención a los pacientes, y a que el nivel profesional de la rama médica se eleve: "La confiabilidad de los equipos médicos y la seguridad que le brindan a los pacientes".

El primero de ellos fue analizado y explicado. Hablamos sobre la JCAH (Comisión Unida para Acreditar Hospitales) y los beneficios que ha producido en los Estados Unidos de Norteamérica. Si pensáramos en la creación de una entidad similar en nuestro país para que certifique la confiabilidad de los centros hospitalarios, con seguridad conseguiríamos resultados altamente positivos.

El segundo aspecto es en sí un poco más delicado, porque a diferencia de tratar sobre la confiabilidad de las mediciones obtenidas de un paciente que un equipo médico puede brindar, implica la seguridad de que dicho equipo no produzca daños al mismo paciente o al operario del equipo.

### 2.- SEGURIDAD QUE LOS EQUIPOS MEDICOS BRINDAN A LOS PACIENTES:

El uso de cualquier equipo médico conlleva riesgos tanto para el paciente como para el operario del mismo equipo, quien en muchos casos puede ser un médico.

Los riesgos pueden ser por diversas causas; existen riesgos por contaminación biológica, los cuales se deben ya sea a un mal control de infecciones o a un indebido manejo de los instrumentos utilizados. Tenemos también los riesgos por radiación y por manejo de materiales radiactivos, donde el principal peligro es la liberación indeseada y/o excesiva de radiación ionizante en un ambiente hospitalario. En este punto es importante acotar que aunque los ecocardiografos no operan con radiación, sino con ondas ultrasónicas, muchos equipos que se usan actualmente no han podido ingresar al mercado norteamericano porque la JCAH ha detectado que el nivel de energía ultrasónica que liberan está por encima del máximo permisible para que no sea dañino al ser humano.

El mayor riesgo que existe en un ambiente hospitalario es el relacionado con la electricidad, en primer lugar porque la energía eléctrica puede producir explosiones en cualquier ambiente inflamable, y en segundo lugar y de mayor importancia, porque si existiera alguna fuga de corriente eléctrica, ésta podría fácilmente circular por el cuerpo humano. En pocas palabras, un equipo médico aunque esté trabajando aparentemente bien, podría enviarle corrientes eléctricas a un paciente sin que lo advierta el médico. La consecuencia del paso de estas corrientes por el cuerpo,

en muchos casos puede ser fatal, ya que pueden causar daños a las fibras musculares del corazón.

En 1971, los doctores Ralph Nader y Carl Walter, norteamericanos, reportaron que alrededor de 1.200 pacientes eran electrocutados en EE.UU. anualmente durante rutinas de diagnóstico médico. Estos datos no pudieron ser documentados porque rara vez queda una evidencia patológica que alegue la existencia de un electrocutamiento; sin embargo, dicho reporte sirvió para que se exija en los hospitales la implantación de los programas de seguridad eléctrica, los cuales se basan en la medición de las corrientes de fuga que cualquier equipo médico pudiera estar generando. La JCAH exige que los hospitales adopten un programa de seguridad eléctrica junto con la revisión periódica de la confiabilidad de los equipos médicos.

Actualmente, los programas de seguridad eléctrica en los hospitales norteamericanos involucran otros factores como por ejemplo, la revisión de los cables que se conectan a los pacientes cuando se usa un electrobisturí; si estos cables llegaran a estar rotos, los pacientes podrían sufrir graves quemaduras. También se suele revisar el grado de interferencias que sufre un equipo. En el caso de un cardiocómeto, las interferencias pueden confundir al médico sobre las lecturas del número de latidos por minuto del corazón de un paciente. Asimismo, las variaciones de voltaje pueden producir comportamientos erráticos de los monitores utilizados en las salas de cuidados intensivos.

De todo lo expresado, se puede concluir que en nuestro país se puede implementar un programa de seguridad a un costo relativamente bajo para que sea llevado a cabo por todos los hospitales. Este programa se lo puede conseguir combinando un buen sistema de distribución de energía eléctrica, una selección de equipos médicos bien diseñados, revisando periódicamente tanto el sistema de distribución eléctrica como los equipos médicos, y adiestrando apropiadamente al personal médico y paramédico sobre el manejo de los equipos y sobre los peligros que podrían originarse por cualquier causa.

Afortunadamente, el reporte de 1971 produjo una mayor atención a este problema y originó que todas las firmas fabricantes de equipos médicos le pusieran énfasis a la seguridad eléctrica tanto para los pacientes como para el personal médico, y que los hospitales norteamericanos implanten programas de seguridad eléctrica. Ya es hora que los hospitales del Ecuador adopten medidas similares. La atención médica debe mantenerse en primera línea.

Domingo 27 de Septiembre de 1992

Circula con Diario EL TELÉGRAFO

PAGINA 2

SUPLEMENTO DE ELECTRONICA MEDICA

## SUPLEMENTO DE ELECTRONICA MEDICA

**DIRECTOR:**  
Ing. Miguel Yapur A.

**COORDINADOR:**  
Egdo. Fernando Reyes O.

### CENTRO DE EDUCACION CONTINUA, ESPOL LAS PEÑAS

Malecón y Loja  
Teléfonos directos: 300414 - 310145  
Teléfonos: Conm. 563733 - 563040  
Ext. 195

## EDITORIAL

Un país en vías de desarrollo tiene la necesidad de mantenerse acorde al avance de la tecnología mundial y el nuestro no puede ser la excepción. En la actualidad, la medicina en busca de la excelencia en el servicio al hombre, está utilizando a la electrónica como un soporte tecnológico para perfeccionar su desarrollo, tanto en el área de la investigación como en el campo del diagnóstico y la terapia.

La ESPOL, a la vanguardia de la tecnología, está impulsando la especialidad de Electrónica Médica con el propósito de ayudar a elevar el nivel de la atención médica capacitando a nuevos profesionales en el campo de la instrumentación médica, cumpliendo de esta manera su filosofía de "Ciencia, Tecnología y Educación al servicio del país".

En estos días estamos próximos a graduar la V Promoción de Ingenieros Electrónicos especializados en Electrónica Médica. Queremos dar a conocer a través de la publicación de este Suplemento los avances alcanzados en la investigación e implementación de prototipos aplicables a la instrumentación médica, por ésta y las anteriores promociones.

Por los propósitos que conlleva este Suplemento agradecemos a cada una de las personas y firmas comerciales que con su apoyo hicieron posible la presente publicación, mostrando confianza en la calidad y en la capacidad de los profesionales graduados en la ESPOL.

REVISTA DE LAS  
II JORNADAS EN ELECTRONICA MEDICA  
FACULTAD DE INGENIERIA EN ELECTRICIDAD  
ESPOL

octubre 1992

EDITORIAL

Todavía está fresco el recuerdo de las I Jornadas en Electrónica Médica realizadas justamente un año atrás. Este primer paso, aunque en su momento no fue considerado de importancia, sirvió para hacer énfasis en la importancia de la unión de 2 ciencias: la medicina y la ingeniería electrónica.

Podemos afirmar que, aún cuando tenemos limitaciones estamos cumpliendo con los objetivos propuestos por la Facultad de Ingeniería en Electricidad de la ESPOL cinco años atrás. En ese entonces se comenzó a capacitar en Electrónica Médica a egresados de Ingeniería Electrónica, para suplir la demanda del medio, que ya empezaba a crecer.

Uno de los objetivos, y es el motivo que nos animó a realizar estas II Jornadas, es el de destacar la importancia de la presencia del Ingeniero Electrónico con preparación en Electrónica Médica en los ambientes hospitalarios. El nivel de atención de los hospitales y clínicas de nuestro país debe ser elevado y la preparación adecuada de los ingenieros que van a

trabajar en dichos centros asistenciales es uno de los pilares fundamentales.

La integración de los médicos con los ingenieros electrónicos es una necesidad imperiosa para desarrollar proyectos que beneficien a la comunidad. En estas II Jornadas estamos resaltando el hecho de haber llevado a cabo dos proyectos junto a médicos prestigiosos de nuestra ciudad. La medicina moderna para desarrollarse necesita del concurso de ambos individuos.

De manera cordial y sincera, manifiesto mi agradecimiento y doy una acogida a este evento a todos quienes han demostrado la mística de apoyar la realización de estas II Jornadas en Electrónica Médica.

Bienvenidos.

Ing Miguel Yapur A.  
Presidente del Comité Organizador  
de las II Jornadas en Electrónica  
Médica.

Domingo 13 de Junio de 1993

Circula con Diario EL TELEGRAF

PAGINA 2

SUPLEMENTO DE ELECTRONICA MEDICA

## SUPLEMENTO DE ELECTRONICA MEDICA

**DIRECTOR:**  
*Ing. Miguel Yapur A.*

CENTRO DE EDUCACION  
CONTINUA, ESPOL  
LAS PEÑAS  
Malecón y Loja

Teléfonos directos: 300414 - 310145  
Teléfonos: Conm. 563733 - 563040  
Ext. 195

## EDITORIAL

En septiembre 27 del año anterior logramos cristalizar un viejo anhelo, cuando el primer volumen del Suplemento de Electrónica Médica circuló a nivel nacional. Esto fue considerado un hecho digno de resaltar por la forma utilizada para difundir una carrera profesional nueva en nuestro medio.

Las II Jornadas en Electrónica Médica fue el evento que motivó la aparición de este suplemento. Dichas Jornadas tuvieron sus objetivos y se logró la presencia de conferencistas médicos e ingenieros quienes dictaron charlas de alto contenido científico. El punto relevante fue el panel "Importancia de la Presencia del Ingeniero Electrónico en un Hospital" el mismo que contó con la participación de distinguidos profesionales de nuestro medio, del cual se obtuvo importantes conclusiones, las mismas que deberán ser legisladas para elevar el nivel de la atención médica.

Este segundo volumen tiene como finalidad anunciar las III Jornadas en Electrónica Médica a realizarse el último día de Septiembre del año en curso. Queremos hacer énfasis en la importancia de la Seguridad Eléctrica en los Ambientes Hospitalarios, para lo cual tenemos planificada la presentación de un panel que contará con otros connotados profesionales de la localidad, así mismo el dictado de charlas sobre el tema por parte de científicos nacionales e internacionales.

Estamos seguros que las III Jornadas, próximas a realizarse, tendrán el apoyo necesario para lograr los objetivos trazados y esperamos superar el éxito alcanzado en las Jornadas anteriores.

# La Facultad de Ingeniería en Electricidad rumbo al desarrollo científico y su proyección hacia el beneficio de la Comunidad "

Por: Ing. Miguel E. Yapur A.

Con el ánimo de propender hacia lo positivo y sin tratar de entrar en el campo de la polémica, pienso que la Facultad de Ingeniería en Electricidad de la ESPOL tiene el gran desafío de proyectarse hacia el desarrollo de la comunidad, ya que su rol es de suma importancia debido al descomunal avance de la ciencia y la tecnología en los últimos años.

Nuestra Facultad trata de ir a la par con el desarrollo tecnológico mundial; es por ello que las materias y seminarios que dicta están actualizados, siendo los alumnos los beneficiarios directos y por ende la comunidad.

En la F.I.E. se está comenzando a realizar eventos científicos de carácter nacional, los cuales revisten gran importancia para el desarrollo del país. En este tipo de actividades se permite dar a conocer los avances obtenidos y los logros alcanzados en el ámbito científico. Es de trascendental importancia saber quiénes somos y qué hacemos. Todos conocemos quienes somos, ya que la ESPOL tiene un gran prestigio a nivel nacional e internacional. Sin embargo, este bien ganado prestigio se lo debe mantener e incrementar, y esto se logra dando a conocer lo que estamos haciendo y hacia donde nos estamos dirigiendo. He ahí la importancia de realizar congresos y jornadas de carácter científico.

Actualmente en los laboratorios y en los tópicos de graduación de la Facultad de Ingeniería en Electricidad de la ESPOL, se desarrollan muchos proyectos y trabajos de investigación. Con la finalidad de proyectarse a la comunidad, algunos laboratorios de la FIE ya han comenzado a desarrollar equipos solicitados por la industria; esto beneficia en gran manera al estudiantado que trabaja en ellos, ya que la experiencia adquirida es alta. Sin embargo, como recomendación para la recuperación de muchos proyectos de laboratorio que involucran conceptos teóricos y no son de aplicación directa al medio, se debería realizar una "feria de proyectos", ya sea de carácter semestral o anual, donde dichos proyectos serían expuestos y los mejores se harían acreedores a premios. Recomiendo esto porque muchos trabajos de laboratorios o de tópicos se pierden sin que se conozca lo que se ha hecho, el esfuerzo invertido y la posible aplicación que beneficie a la comunidad.

Más aún, la publicación de una revista que reúna los mejores trabajos de investigación también debería ser promovida. Su publicación a nivel nacional marcaría la pauta de la excelente preparación que reciben nuestros alumnos.

Como parte de este artículo, recomiendo a la Asociación de Estudiantes de Ingeniería en Electricidad (AEIE), que en conjunto con los profesores de las FIE, coordine ciclos de charlas que deberían ser dictados a los estudiantes de la Facultad, para que sean orientados sobre las carreras y materias que se ofrecen, especialmente ahora que se han implantado un nuevo currículum de especializaciones. Muchos alumnos aún no están bien informados.

Agradezco al grupo de alumnos que me ha permitido expresar mis ideas y al mismo tiempo los felicito por la publicación de este Periódico que tanta falta hace. Espero que mantenga el entusiasmo que han mostrado y que no desmayen en conseguir las metas impuestas.

60

Profesores

60

AÑO 1

Nº 1

GURHYRQUIL " ESPOL ", AGOSTO DE 1.993

PRECIO: S/. 300,00

## **SUPLEMENTO DE ELECTRONICA MEDICA**

### **DIRECTOR:**

**Ing. Miguel Yapur A.**

### **Coordinador General**

**Egdo. Martín Burgos M.**

### **EDITORES:**

Edwin Rodas S.  
Carlos Tandazo R.  
Germán Valarezo R.

### **CENTRO DE EDUCACION CONTINUA, ESPOL LAS PEÑAS**

Malecón y Loja

Teléfonos directos: 300414 - 310145

Teléfonos: Conm. 563733 - 563040

Ext. 195

## **EDITORIAL**

Ha transcurrido exactamente un año desde que apareció el primer ejemplar del Suplemento de Electrónica Médica. Estamos ahora publicando el tercer volumen y los objetivos y propósitos que en ese entonces perseguimos, hoy se mantienen latentes; sin embargo, los logros alcanzados han repercutido en nuestro medio en gran forma y la aceptación que esta nueva carrera tiene es cada vez más creciente. Esto nos ha motivado a organizar las III Jornadas en Electrónica Médica.

Al igual que las Jornadas del año anterior, este nuevo evento próximo a realizarse contará con la presencia de distinguidos profesionales de las diferentes ramas médicas y de la nueva especialidad en Electrónica Médica. Como aspecto destacado en estas III Jornadas, además de la intervención de prestigiosos conferencistas nacionales, contaremos con la presencia de dos connotados científicos extranjeros, quienes con un desinteresado afán de colaboración al desarrollo de la Electrónica Médica en el Ecuador, han comprometido su visita y su apoyo. Uno de ellos viene a instaurar un plan anual de becas para los alumnos de Ingeniería Electrónica Médica de la ESPOL. Esto además de darle mayor realce a esta cita científica, le otorga el carácter de Internacional.

Las conferencias van acompañadas de dos paneles que se efectuarán al final de cada día. En ellos se tratará sobre los diferentes aspectos que involucra "La Seguridad Eléctrica en Ambientes Hospitalarios".

Es necesario agradecer a todas las personas, instituciones y firmas comerciales por la colaboración brindada para la publicación de este suplemento, el cual es pionero en su género en el país. Así mismo, el agradecimiento se hace extensivo a todos quienes han apoyado para la organización de las III Jornadas en Electrónica Médica, evento de naturaleza única en el Ecuador.

# LA ELECTRÓNICA MÉDICA EN GUAYAQUIL

Ing Miguel Yapur, M.Sc. - Escuela Superior Politécnica del Litoral

El Ecuador como parte del contexto mundial no está ajeno al desarrollo tecnológico y más bien ha comenzado a involucrarse activamente, siendo éste el motivo por el que la Escuela Superior Politécnica del Litoral (ESPOL), está formando nuevos profesionales en el área de la Electrónica Médica. El artículo presentado trata de difundir el trabajo desempeñado por la ESPOL para fomentar el avance científico en esta área y los logros alcanzados con el fin de beneficiar tanto a profesionales del área médica como a la comunidad.

Ecuador as part of the world context is involved into the technological development, and the "Escuela Superior Politécnica del Litoral (ESPOL)", one of the main technical universities of Ecuador, which is located in Guayaquil, is forming new professionals in the Medical Electronics field. This article ~~describes~~ to diffund the work developed by ESPOL and the benefits that the ecuadorean community has received.

## INTRODUCCIÓN

El área de la Electrónica Médica ha tenido un despliegue vertiginoso en las últimas décadas y hoy en día los avances logrados son cada vez más importantes. Actualmente la Ingeniería Electrónica en el campo de la Medicina cumple un papel muy importante ya que muchos de los equipos utilizados en épocas pasadas han sido reemplazados por modernos instrumentos, los cuales son más exactos, tienen mayor sensibilidad y brindan un alto grado de seguridad eléctrica.

## DESARROLLO

Casi todos los hospitales y clínicas de Guayaquil y una gran parte de los del Ecuador poseen equipos electrónicos muy sofisticados para uso médico. Tomando en cuenta la obligación que tiene la Escuela Superior Politécnica del Litoral (ESPOL) de involucrarse en la solución de los problemas del País, ha creado la materia de Electrónica Médica, en la que junto con otras materias afines, expone a los futuros

profesionales ante problemas comunes en esta área y los prepara con técnicas de Ingeniería para resolverlos.

Debido a la importancia que ha adquirido con el paso del tiempo se han realizado convenios de cooperación y capacitación con distinguidos profesionales del medio, así como también con instituciones tanto privadas como gubernamentales. Deben destacarse los Proyectos de Cooperación firmados con el Instituto Ecuatoriano de Obras Sanitarias (IEOS) en 1986, con la Universidad de Texas en 1987 y con el Ministerio de Salud Pública en este año, donde toman parte activa todos los estudiantes de la cátedra de Electrónica Médica, ejecutando proyectos de renovación tecnológica y capacitación técnica dirigidos a los profesionales involucrados en esta rama.

Con el propósito de concientizar sobre la importancia de la Electrónica Médica a fines de este siglo se han realizado tres Jornadas Científicas en Electrónica Médica a partir del año 1991. La mística de las Jornadas con el pasar del tiempo se ha ido robusteciendo, pues se ha logrado

promocionar y difundir avances tecnológicos de esta nueva carrera en nuestro medio contando con el apoyo de instituciones públicas, empresas privadas y científicos extranjeros quienes en un desinteresado afán de colaboración al desarrollo de la Electrónica Médica han comprometido su visita y apoyo, además de la implementación de un plan anual de becas para los alumnos que han elegido la modalidad de Electrónica Médica para la obtención del título de ingenieros de la ESPOL.

Gracias al trabajo científico y de investigación desarrollado en cada una de las Jornadas, se han logrado progresivamente objetivos como los siguientes: Definir criterios fundamentales a nivel electrónico médico. Hacer difusión científica de diversos temas relacionados con el área, mediante el dictado de charlas y conferencias ofrecidas por profesionales de nuestro medio. Integrar a la comunidad profesional que trabaja en el área de Electrónica Médica. Establecer vínculos fuertes entre la Ingeniería y la Medicina. Este último aspecto es muy importante ya que se ha logrado crear conciencia de la estrecha relación que debe existir entre el ingeniero y el médico, como artífices del uso de tecnologías diferentes pero complementadas a la vez. También se ha perseguido la difusión de la carrera de Ingeniería Electrónica Médica de la ESPOL a todo nivel, dando a conocer los trabajos de investigación que se realizan en el laboratorio de Electrónica Médica de la ESPOL. La legislación sobre los equipos en ambientes hospitalarios es un trabajo a largo plazo, ya que educar a las personas sobre los riesgos de carácter eléctrico que corren dentro del hospital resulta infructuoso si no se toman medidas correctivas que los minimizen.

## LA CARRERA

La ESPOL ha orientado la preparación de profesionales en el área de Electrónica Médica mediante dos alternativas de graduación. La primera es a través de una Tesis; gracias a ella se han podido desarrollar investigaciones y proyectos de temas como la obtención de imágenes a través de resonancia magnética, equipos electromédicos de monitoreo de signos vitales, controladores de respiración artificial para neonatos, que son los que más se destacan y de los cuales se han construido prototipos. La otra modalidad de graduación es la que considera la aprobación de cuatro materias relacionadas con la instrumentación biomédica y los principios de Ingeniería Clínica que completan el pènsum requerido para la preparación de nuevos profesionales en la rama. A través de esta modalidad se ha logrado varias promociones de ingenieros anualmente desde 1987 hasta la actualidad, quienes se han formado a través del desarrollo de proyectos de investigación teórica, luego proyectos de diseño y construcción de equipos médicos sencillos, y finalmente se han establecido las prácticas vacacionales en los hospitales y clínicas de Guayaquil.

El contacto con los centros de salud ha permitido que los estudiantes evalúen objetivamente la realidad hospitalaria mediante la ejecución de encuestas, en las que se analiza tanto el estado de los equipos como las medidas de seguridad eléctrica que se toman para salvaguardar la vida de los pacientes, notándose una gran falta de cultura en este sentido ya que se evidencia la gran necesidad de informar tanto a médicos como a enfermeras y tecnólogos sobre normas de seguridad.

## LOGOTIPO

El logotipo escogido como insignia del área de Electrónica Médica de la ESPOL está basado en la unión de tres símbolos: El triángulo exterior representa el triángulo de Einthoven considerado el padre de la Electrocardiografía. La flecha central es el símbolo de la corriente eléctrica. La serpiente que está alrededor de la flecha representa la interacción entre la Electricidad y la Medicina; esta figura es una modificación del símbolo de Esculapio, el Dios Romano de la curaciones. Esta se muestra en la figura a continuación.



### PROYECCIÓN DE LA ELECTRÓNICA MÉDICA EN LA COMUNIDAD GUAYAQUILEÑA.

Antes de analizar las incidencias de la Electrónica Médica, es saludable conocer en términos aproximados los campos de trabajo que se abren para los nuevos profesionales. Del total de graduados, aproximadamente el 65% trabaja como ingeniero de mantenimiento, ya sea como empleado en los hospitales, como empleado en las firmas vendedoras de equipos médicos o en forma autónoma. Un 3% se dedica a la enseñanza e investigación en esta área. El resto, debido a limitaciones del mercado y al desarrollo de la Electrónica en todos

los campos, dejará el área para irse a trabajar en otra rama.

Actualmente se trabaja en el Proyecto de Creación del Centro de Asesoría y Capacitación en Electrónica Médica, con el objetivo de crear un centro capaz de brindar asesoría a los hospitales públicos y privados en la selección, instalación, manejo y mantenimiento de equipos médicos para lo cual se dispondrá de un banco de datos de los equipos a nivel nacional con el fin de llevar una estadística y control sobre su estado actual de funcionamiento.

Otra de las metas a alcanzarse es la creación del internado obligatorio, ya sea éste fijo o rotativo, y deberá ser realizado en los hospitales con los que la ESPOL mantiene convenios.

## CONCLUSIONES

La importancia que adquiere la Electrónica Médica está a la par de las innovaciones tecnológicas; este hecho nos obliga a caminar al mismo ritmo. Es mucho lo que se ha hecho, pero también es cierto que debemos trabajar con más ahínco para conseguir nuestros objetivos. Es necesario conseguir leyes en nuestro país que tomen en cuenta las normas de seguridad eléctrica en todos los procedimientos médicos que involucren el uso de equipos médicos operados con energía eléctrica. Así mismo, se quiere lograr que los hospitales independicen el departamento de equipos médicos del departamento de mantenimiento general, y que el jefe de dicho departamento sea un ingeniero electrónico médico.

## REFERENCIAS:

- 1.- Plan Maestro de Desarrollo de la ESPOL, 1976 y 1984.
- 2.- Revista de las I Jornadas de Electrónica Médica ESPOL, 1991.

**REVISTA DE LAS**  
**III JORNADAS EN ELECTRONICA MEDICA**  
**FACULTAD DE INGENIERIA EN ELECTRICIDAD**  
**ESPOL**

Octubre 1993

**EDITORIAL**

Las III Jornadas en Electrónica Médica están comenzando. El interés demostrado por la clase científica de todo el país es alentador: Médicos, Físicos Médicos, Ingenieros Electrónicos, Médicos e Ingenieros Biomédicos, han respondido en forma masiva a la invitación formulada para participar en este evento.

La Facultad de Ingeniería en Electricidad de la ESPOL, además de fomentar la carrera de Ingeniería Electrónica Médica, hoy reforzada con la incorporación de 3 Médicos como Profesores de los cursos de graduación, es pionera en llevar a cabo un evento trascendental como éste, y marca el rumbo en el desarrollo de la Electrónica Médica en el país.

Las II Jornadas en Electrónica Médica demostraron la imperiosa necesidad de la presencia de un Ingeniero Electrónico Médico en un ambiente hospitalario. La Clase Médica de Guayaquil así lo ha manifestado desde mucho tiempo atrás y lo corroboró con el apoyo unánime a las expresiones vertidas durante la realización del panel, punto culminante de dicho evento, cuando se trató sobre el tema en mención.

En estas III Jornadas, además de las conferencias que serán ofrecidas por los docentes, se realizarán dos paneles, los cuales tienen como tema central "La Seguridad Eléctrica en Ambientes Hospitalarios". En el panel se tratarán sobre los accidentes eléctricos, mientras que el segundo se discutirán sobre las ventajas de la creación de un organismo nacional que norme el uso y manejo de los equipos médicos.

El aporte que este evento brinda al país es vital para el desarrollo tecnológico. El intercambio de experiencias, la actualización de conocimientos y sobre todo crear conciencia sobre la importancia de la incidencia de la Electrónica en la Medicina Moderna, son aspectos necesarios para elevar el nivel de la atención hospitalaria en el Ecuador.

Estas III Jornadas tienen carácter internacional. Dos connotados científicos extranjeros han confirmado su asistencia. Los resúmenes de sus trabajos se encuentran en esta Revista. La importancia de este evento ha trascendido las fronteras patrias y la presencia de estas personalidades que han mostrado su deseo de colaboración en forma espontánea, además de realzarlo, le elevará el nivel científico.

Vaya mi agradecimiento a todos quienes piensan que la difusión del conocimiento es necesaria para que nuestro país alcance el desarrollo tecnológico; y así mismo, a todos los profesionales que han colaborado con sus trabajos de investigación en estas Jornadas y con la publicación de los respectivos resúmenes en esta Revista.

Guayaquil, Septiembre de 1993

M. Sc. Miguel Yapur Auad  
Presidente del Comité Organizador  
III Jornadas de Electrónica Médica