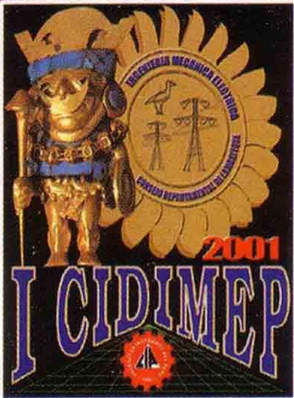


“La Ingeniería Mecánica Eléctrica
y sus Aportes al Desarrollo Sostenible”



CIDIMEP

DEL 27 DE AGOSTO
AL 01 DE SEPTIEMBRE



PERÚ



ESPAÑA



MÉXICO



ARGENTINA



CUBA



BRASIL



RUSIA



COLOMBIA



ECUADOR



COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU
CONSEJO DEPARTAMENTAL DE LAMBAYEQUE

CAPITULO DE INGENIERIA MECANICA ELECTRICA

CHICLAYO - PERÚ

VIERNES 31 D AGOSTO

HORA/ LUGAR	SALÓN "INCA" GARZA HOTEL	AUDITORIO DE LA MUNICIPALIDAD DISTRITAL JOSE LEONARDO ORTIZ	AUDITORIO DEL CIP - CD LAMBAYEQUE	CURSOS ESPECIALIZACIÓN
	MECÁNICA	ELÉCTRICA	AFINES	
8:30	"Red Computarizada para el Monitoreo de la Corrosión" Ing. Henry Humberto Lizcano Páez COLOMBIA	"Resultado de la promoción y difusión de las energías renovables en el Perú" Ingº Guillermo Tardillo Hidalgo. PAE	"Evolución de la red de telecomunicación" Ing. Juan Mauricio Alator TELEFONICA DEL PERU	"Estudio de Impacto Ambiental en la Recolección de los residuos sólidos Urbanos y su interacción con la Higiene y Seguridad" Ingºs: A. Agüero y Desiderio Da Rold ARGENTINA
9:50	"El Gas y los Motores de Combustión Interna" Ing. Guillermo Lira Cacho INSTITUTO DE MOTORES - U.N.I.	"Método de Elementos Finitos Utilizando Matlab para la Enseñanza de Electromagnetismo" MCs. Miguel Delgado León UNI - FIEE	"Avances de la Tecnología en la historia y el medio ambiente" Ing. José Antonio Russo ARGENTINA	
11:20 1:10	"Simulación de flujo de fluidos y transferencia de calor : estado actual y perspectivas " PHD. Rigoberto E. Melgarejo Morales. BRASIL	"Análisis del Comportamiento de Líneas Aéreas Frente al Rayo" Ing. Juan Antonio Martínez Velazco ESPAÑA	"La Realidad del Mantenimiento Industrial en nuestro País" Ing. Pedro Vargas Gálvez APEMAIN	
3:00	"Criterios para Recuperación por Soldadura de un BOWL LINER de una Chancadora de Acero de Mediano Carbono y de Baja Aleación " Ing. Guillermo Nazario Ugaz - EXSA	"Experiencias de proyectos de electrificación con Energía Solar en el Norte del Perú" Ing. Martín Flores UDEP	"El Desarrollo de la Electrónica Médica en la ESPOL y el Beneficio a la Comunidad Guayaquileña y Regiones Aledañas" Miguel E. Yapur Auad – ECUADOR	
4:20	"Proyecto de la Instalación del Molino Vertical" Ing. Jaime Marroquín Deza Ing. Joel Briceño CEMENTOS PACASMAYO S.A.	"Medidores electrónicos – Método de calibración-contraste " Eleodoro Agreda UNI	"Tecnologías Apropriadas sostenibles ambientalmente". Ing. Miguel Hadzich- PUCP	
6.10 7:30	"Costos de la corrosión en las Industrias". Ing Cesar Chaparro Araujo CORRPRO USA / MAINCCO	"Señales económicas y sus implicancias en el desarrollo de los proyectos eléctricos en el Perú" Ing. Víctor Murillo ELECTRONORTE	"Tendencias de las Comunicaciones Inalámbricas para el presente Siglo" Ing. Pedro Custodio Diez. UNIVERSIDAD RICARDO PALMA	

“El desarrollo de la Electrónica Médica en la ESPOL y el beneficio que brinda a la comunidad guayaquileña y regiones aledañas”

Miguel E. Yapur, M.Sc. - Profesor y Coordinador de Electrónica Médica
Escuela Superior Politécnica del Litoral (ESPOL)
Guayaquil - Ecuador

El presente trabajo comprende una descripción del programa de graduación en Electrónica Médica que la Facultad de Ingeniería en Electricidad y Computación de la Escuela Superior Politécnica del Litoral (ESPOL) ofrece a los estudiantes del último nivel de Ingeniería Electrónica desde hace quince años. Se hace una revisión resumida del p \acute{e} nsum acad \acute{e} mico, de las pr \acute{a} cticas que se realizan, de los proyectos que se desarrollan, de las visitas y encuestas a los hospitales de la regi \acute{o} n, del entrenamiento que reciben los alumnos tanto en la prevenci \acute{o} n de accidentes el \acute{e} ctricos como en la administraci \acute{o} n y el mantenimiento de los equipos m \acute{e} dicos. As \acute{i} mismo, se hace un resumen de todos los convenios firmados con entidades gubernamentales, de los logros conseguidos, de las publicaciones en revistas cient $\acute{i$ ficas y la participaci \acute{o} n en congresos. Tambi \acute{e} n se hace una evaluaci \acute{o} n del trabajo desarrollado en todo este tiempo, los beneficios que se han logrado y finalmente se hace una discusi \acute{o} n sobre las nuevas metas propuestas para los pr $\acute{o$ ximos a \acute{n} os.

1.-INTRODUCCION

En los \acute{u} ltimos a \acute{n} os los avances tecnol \acute{o} gicos en muchas \acute{a} reas han facilitado el desenvolvimiento de las actividades cotidianas, y muchos de estos avances han tenido como pilar fundamental a la Electr \acute{o} nica, la cual ha alcanzado un desarrollo impresionante en las tres \acute{u} ltimas d \acute{e} cadas. Es as \acute{i} que su apoyo a la Medicina ha permitido la consecuci \acute{o} n de metas, tanto en el diagn $\acute{o$ stico de enfermedades como en la terapia, que si nos remont \acute{a} ramos a unos pocos a \acute{n} os atr \acute{a} s, \acute{e} stas eran consideradas como parte de la Ciencia Ficc \acute{i} on.

Debido a este r \acute{a} pido progreso, actualmente no se puede concebir la idea de que un hospital no tenga equipos electr \acute{o} nico-m \acute{e} dicos de cierto nivel de sofisticaci \acute{o} n, siendo las \acute{a} reas de diagn $\acute{o$ stico por im \acute{a} genes, cardiolog \acute{i} a, laboratorio, cirug \acute{i} a, terapia intensiva, etc. las muestras palpables de ello. Por esto, la Facultad de Ingenier \acute{i} a en

Electricidad y Computaci \acute{o} n (FIEC) de la Escuela Superior Pol \acute{e} cnica del Litoral (ESPOL), consciente de la misi \acute{o} n que debe cumplir dentro de la comunidad guayaquile \acute{n} a y regiones aleda \acute{n} as decidi \acute{o} en 1987 iniciar el programa de graduaci \acute{o} n en Electr \acute{o} nica M \acute{e} dica para los alumnos de \acute{u} ltimo a \acute{n} o de Ingenier \acute{i} a Electr \acute{o} nica. Antes, en 1976, la FIEC hab \acute{i} a incorporado la materia “Electr \acute{o} nica M \acute{e} dica” en su p \acute{e} nsum. Actualmente y con el programa renovado, se sigue dictando esta materia en forma normal y es uno de los pre-requisitos que deben aprobar los alumnos que deseen enrolarse en el respectivo programa de graduaci \acute{o} n.

2.-INICIO DEL PROGRAMA

Casi todos los hospitales de Guayaquil y una gran parte de los del Ecuador poseen actualmente equipos electr \acute{o} nicos sofisticados para el uso m \acute{e} dico. As \acute{i} como se ha adquirido tecnolog \acute{i} a tambi \acute{e} n se ha conseguido

que la administración de los equipos médicos sea un campo de difícil manejo y de complicación por la adecuada preparación que deberían tener todos los profesionales involucrados. Es así que a comienzos de la década de los 80 el sistema hospitalario del Ecuador estaba inmerso en un caos debido a los problemas que representaba la adquisición de tecnología de punta y la falta de personal debidamente entrenado tanto en el manejo como en el mantenimiento de los equipos electrónico-médicos. La velocidad con la cual se desarrolló esta área fue mucho más rápida que la preparación de un personal altamente calificado lo exigía. Esto dio origen a la aparición de técnicos que surgieron empíricamente y sin una debida formación profesional. Más aún, las compras de los equipos médicos se hacían sin consulta técnica y sin un estudio previo. Muchos hospitales compran equipos que no justifican su costo y su aplicación no es la correcta. La instalación muchas veces no es realizada en forma apropiada, lo cual origina que el equipo se deteriore o salga de uso rápidamente. También los operadores de los equipos (médicos, paramédicos y enfermeras) fueron y aún son la principal causa de los daños en los equipos médicos debido a la falta de conocimiento en el manejo de los mismos.

Entidades gubernamentales y privadas relacionadas con el área de la salud, recurrieron a la ESPOL para conseguir ayuda en la crisis arriba descrita. Muchos hospitales parecían verdaderos cementerios de equipos electrónico-médicos. Una gran cantidad de equipos inutilizados eran de compra reciente y no habían servido para cumplir la función esperada. Los hospitales comenzaban a darse cuenta del despilfarro y de la pérdida de recursos.

La ESPOL procedió entonces a dar los primeros pasos en este nuevo campo. En 1985 envió a un profesional a realizar estudios de post-grado en Ingeniería Biomédica y en Ingeniería Clínica en universidades norteamericanas. En 1987 la ESPOL realizó un convenio con la Universidad de Texas mediante el cual se logró conseguir material bibliográfico e instrumentación biomédica básica. Además, se consiguió la venida de un experto extranjero en el área para que ayudara en la estructuración de un programa de formación de jóvenes profesionales en la Electrónica Médica. Este programa se inició en agosto de 1987 y desde entonces se ha venido ofreciendo en forma continua hasta ahora.

En el mismo año se firma el primer convenio de cooperación con el Instituto Ecuatoriano de Obras Sanitarias (IEOS), para conseguir que los estudiantes del programa de Electrónica Médica realicen prácticas en los hospitales gubernamentales. Durante tres años estuvo este convenio vigente, y en todo este tiempo tanto los estudiantes como los hospitales resultaron beneficiados. Los unos por la experiencia adquirida y los otros por los proyectos de renovación tecnológica ejecutados en cada centro de salud. En 1993 la Junta de Beneficencia de Guayaquil solicita a la ESPOL personal calificado para la administración de los equipos médicos en sus hospitales. Cuatro ingenieros debidamente entrenados ingresan a trabajar como jefes de mantenimiento en dichos centros de salud, manteniendo hasta la fecha estos cargos vigentes.

En 1994 la FIEC inicia la preparación de profesionales en Radiación Médica, y para ello incorpora a un profesional con estudios de post-grado en Bioingeniería. Este programa tiene una duración de dos

años debido a la limitada demanda del medio.

A mediados de 1996 el Ministerio de Salud firma con la ESPOL un convenio para conseguir que se realice el primer censo de equipos electrónico-médicos en los hospitales de la provincia del Guayas. Los estudiantes del programa de graduación participan activamente en este trabajo durante mes y medio. Los resultados fueron remitidos al propio Ministerio, el cual al conocer la realidad propuso que la misma ESPOL tomara las

acciones correctivas para sacar a los hospitales de la crisis de equipamiento que padecían. Esto no pudo llevarse a cabo por los problemas de índole política que sufrió el Ecuador a partir de 1997. Sin embargo, hoy en día la ayuda que la ESPOL brinda a los centros hospitalarios, aunque no en forma oficial, se sigue ofreciendo cada vez que se la solicite.

3.-EL PENSUM ACADEMICO

La ESPOL ha establecido la preparación de profesionales en el área de la Electrónica Médica con el dictado de los Tópicos Especiales de Graduación. Esta modalidad permite que los estudiantes que hayan aprobado la materia "Electrónica Médica" y estén próximos a egresar puedan enrolarse en el Tópico de Graduación y tomar las cuatro materias fundamentales que serán descritas a continuación, y al mismo tiempo desarrollar un proyecto de investigación durante dos semestres consecutivos. Estas materias son: Fundamentos de Instrumentación Biomédica, Principios de Ingeniería Clínica, Laboratorio de Electrónica Médica e Instrumentación Clínica; mientras que el proyecto de investigación puede ser el diseño y

construcción de equipos médicos básicos. El detalle de lo que encierra cada materia se explica a continuación:

3.1.-Electrónica Médica.

Esta materia permite a los estudiantes conocer la importancia de la Electrónica en la Medicina. Comprende el estudio de los principios fisiológicos y el análisis circuital de los equipos electrónicos comerciales aplicados en el campo médico. En el transcurso del semestre se invita a profesionales de la Medicina para que dicten conferencias sobre temas relacionados con la parte médica y así complementar la enseñanza.

3.2.-Fundamentos de Instrumentación Biomédica.

Aquí los principios teóricos que rigen la aplicación de los conceptos de ingeniería son enfocados hacia la solución de problemas biológicos y médicos. Se pone énfasis en los criterios aplicados de la Ingeniería Electrónica, desde la adquisición de datos mediante transductores hasta el procesamiento de las señales y su respectiva aplicación en la salida.

3.3.-Principios de Ingeniería Clínica.

La presencia de los ingenieros electrónicos en las áreas médicas involucra una serie de obligaciones y derechos que rigen su comportamiento, porque su preparación es la de un profesional altamente capacitado que tiene una gran responsabilidad. Durante el desarrollo del curso todos los alumnos son preparados tomando como modelo el norteamericano, y deben al mismo tiempo realizar visitas obligatorias a los hospitales de la región para que conozcan la realidad del medio y puedan palpar las deficiencias del sistema hospitalario ecuatoriano. Además, en esta materia se pone énfasis tanto en la administración de los

equipos médicos como en los programas de seguridad eléctrica.

3.4.-Instrumentación Clínica.

Con el dictado de esta materia los estudiantes comprenden el principio de operación de los equipos médicos utilizados en las rutinas de diagnóstico. Abarca desde la teoría de las imágenes médicas hasta las mediciones de los sistemas respiratorio, cardiovascular y nervioso. Así mismo, se hace un estudio de la importancia y equipamiento de las Unidades de Cuidados Intensivos (ICU) y de los quirófanos.

3.5.-Laboratorio de Electrónica Médica.

Esta materia es puramente experimental y es de tal importancia que permite a los alumnos realizar mediciones de tal forma que logren compenetrarse con la práctica de la Electrónica Médica. Se realizan diez experiencias en el transcurso de un semestre regular de clases. Todas estas sesiones de laboratorio contribuyen al desarrollo profesional del futuro ingeniero y son detalladas a continuación:

- 1)Revisión de conceptos de estadísticas, control automático y transductores.
- 2)Medición de la respuesta frecuencial de los sistemas de presión sanguínea.
- 3)Medición de la respuesta espectral de los transductores luminosos.
- 4)Mediciones de fuerza utilizando “strain gages”.
- 5)Medición del flujo sanguíneo utilizando la técnica Doppler.
- 6)Mediciones electrocardiográficas usando el triángulo de Einthoven.
- 7)Medición de los tiempos de reacción humana y de la exactitud de movimiento.
- 8)Análisis de los cálculos y procedimientos que se siguen en un cateterismo cardíaco.

9)Seguimiento de una cirugía de corazón abierto y estudio de los equipos usados.

10)Los accidentes eléctricos.

Todas estas prácticas abren un camino nuevo para la investigación, y mediante ellas se logra que el nuevo profesional se enfrente con los problemas reales. Así, los ingenieros tendrán mayor confianza en sí mismos y adquirirán una mejor visualización de la problemática hospitalaria, lo cual se revertirá en un beneficio para la comunidad y el país.

4.-JORNADAS EN ELECTRONICA MEDICA

Con el propósito de concientizar a la comunidad sobre la importancia de la Electrónica Médica, la FIEC organizó tres Jornadas Científicas en Electrónica Médica durante los años 1991, 1992 y 1993. Mediante estos eventos, además de dar a conocer la labor que la ESPOLE está realizando, se logró que la clase médica reconociera la importancia de esta nueva carrera. La Medicina moderna no habría alcanzado el desarrollo actual si no fuera gracias al apoyo que le ha brindado la Electrónica.

Con estas jornadas científicas se logró difundir los avances tecnológicos de ese entonces. Recordemos que los grandes cambios en la Electrónica Médica a nivel mundial se dieron justamente durante esos años.

En la primera jornada la noticia importante fue la inauguración del Laboratorio de Electrónica Médica. Este laboratorio fue el primero que se estableció en el país. Así mismo, se inauguró la primera biblioteca de información en Electrónica Médica a nivel nacional.

En la segunda jornada el punto culminante fue el panel que se desarrolló para discutir acerca de la importancia de la presencia de un ingeniero electrónico en los ambientes hospitalarios. Este panel contó con la presencia de un ex-ministro de salud y dos subdirectores de salud provincial.

La tercera jornada ya fue a nivel internacional. Se contó con la presencia de dos científicos, uno peruano y otro alemán, ambos radicados en los Estados Unidos. En este evento se discutió acerca de la importancia que tendría para el desarrollo del país la creación de un Centro de Asesoría y Capacitación en Electrónica Médica para ayudar a los hospitales del país a elevar su nivel de servicio. Así mismo se discutió la necesidad de modificar la legislación sobre el uso y manejo de los equipos médicos en los ambientes hospitalarios. En el Ecuador esto no existe, y aunque es una tarea que se desarrolla a largo plazo, es importante porque se debe educar a las personas sobre los riesgos eléctricos.

Es importante mencionar que la difusión de las jornadas, además de la publicidad normal en diarios y emisoras de radio, tuvo su punto destacado cuando una semana antes de cada evento se hizo circular, junto con un periódico de gran circulación a nivel provincial, un suplemento para anunciar sobre estas jornadas científicas. Esto en Guayaquil fue toda una primicia. Se hicieron circular tres suplementos en total. Así mismo, se publicaron los respectivos anales de cada una de las tres jornadas.

5.-LOGROS ALCANZADOS

A través de estos quince años se han alcanzado muchas metas y se ha logrado

un número considerable de hechos remarcables.

La construcción de electrocardiógrafos elementales con fines comerciales es una práctica común cada año. Así mismo, la construcción de electrocauterios básicos utilizando bujías de moto, la fabricación de las gafas relajantes (ondas alfa) y la construcción de los estimuladores para acupuntura electrónica representó una fuente de ingresos durante la realización de la tercera jornada científica. Gracias a la venta de estos productos se logró financiar los gastos relacionados con la visita de los extranjeros.

En 1987 se diseñó y construyó una muñeca electrónica para simular los accidentes eléctricos en las áreas médicas. Todavía está en uso y se la presenta en todos los seminarios relacionados al tema.

En 1988 se presentó en el encuentro nacional de ingenieros en electricidad un algoritmo para optimizar el contraste de las radiografías. Debido a lo novedoso y útil del tema, éste fue publicado en los anales de dicho evento.

Desde 1989 el Programa de Electrónica Médica tiene el reconocimiento del Colegio de Médicos del Guayas. Ha participado en más de ocho congresos médicos con invitación especial.

En 1990 el Laboratorio de Electrónica Médica de la ESPOL participó en la Primera Jornada Médica-Hospitalaria de Guayaquil y obtuvo el premio al mejor stand. En este mismo año se hizo la primera difusión a nivel nacional sobre la interpretación de la formación de imágenes mediante la resonancia magnética. Este tema que era desconocido en el país fue presentado

en el encuentro nacional de ingenieros en electricidad y se lo publicó en los anales respectivos.

En 1991 se llevó a cabo un concurso para elegir el logotipo que sea la insignia del Programa de Electrónica Médica de la ESPOL. El logotipo ganador es el que se usa hasta ahora y consta de un triángulo con el vértice hacia abajo, el cual representa al triángulo de Einthoven. Adentro está una flecha que representa a la corriente eléctrica, y rodeándola está una serpiente. Esta figura es una modificación del símbolo de Esculapio, el dios romano de las curaciones.

Entre 1994 y 1997 se diseñó y construyó un tomógrafo didáctico experimental. En 1998 se hizo la respectiva publicación y en el 2000 obtuvo el tercer premio en el concurso anual de proyectos científicos de la ESPOL. Este prototipo se lo desarrolló para que las personas puedan entender la forma como funciona un tomógrafo real; utiliza un haz de luz en lugar de rayos X y es igual a un tomógrafo de la primera generación, pero a escala pequeña.

Se ha logrado publicar en algunas revistas científicas del Ecuador varios artículos relacionados con trabajos de investigación desarrollados en el Laboratorio de Electrónica Médica de la ESPOL. Así, tenemos: “Desarrollo de un transductor capacitivo para detectar los parámetros respiratorios”, en 1989. “Desarrollo de un estimulador eléctrico basado en la técnica de la iontoforesis”, en 1992. “Diseño y construcción de un monitor cardíaco ambulatorio”, en 1992. “Diseño y construcción de un scanner digital para radiografías”, en el 2000.

6.-EVALUACION DEL TRABAJO DESARROLLADO

Es importante destacar que el logro de mayor significado que se ha conseguido es el reconocimiento de los profesionales en esta área por parte de la clase médica. Se puede decir que los ingenieros electrónicos que trabajan en el área médica son respetados por los profesionales de la salud.

En estos quince años destinados a preparar profesionales electrónico-médicos se han graduado cerca de 120 ingenieros. Lamentablemente, por las limitaciones del medio y por los problemas económicos que soporta el país, solamente el 62% de ellos trabaja en el ramo. De éstos, la mitad labora como ingeniero de mantenimiento en hospitales, ya sea en forma independiente o como empleado de alguna firma vendedora de equipos médicos. La otra mitad comprende a los empleados de los hospitales públicos y privados. Del 38% restante, una parte trabaja en los laboratorios de larvas y en las camaroneras, y la otra parte labora en el área industrial y en computación.

Se ha logrado que los directores de los hospitales tengan presente la importancia de los mantenimientos preventivos en los equipos médicos. La meta en la que se está trabajando actualmente es la de independizar al ingeniero electrónico-médico del ingeniero hospitalario. Ambos tiene funciones totalmente diferentes entre sí.

Con la venta de equipos electrónicos contruídos por los alumnos se ha logrado que la clase médica ahorre en la adquisición de estos equipos con respecto a los importados.

En los próximos meses se realizará la publicación del texto de Electrónica

Médica. Este trabajo a diferencia de cualquier otro texto similar tiene la particularidad de presentar, además de la teoría necesaria, las experiencias acumuladas durante quince años de ardua labor. Se lo ha venido preparando desde 1998. Esta obra servirá tanto a los estudiantes como a los ingenieros y también a la clase médica.

Finalmente se puede decir que se ha colaborado con el país en los aspectos económico, profesional y social. En el primero porque se está ahorrando divisas. En el segundo porque se está capacitando a personal nacional. Y en el tercero porque se ha logrado que los hospitales hayan elevado su nivel de servicio.

YAPUR , Miguel. Nació en Guayaquil el 1 de septiembre de 1957. Se graduó de ingeniero electrónico en la ESPOL en 1983. Obtuvo su grado de M.Sc. en Ingeniería Biomédica en la Universidad de Texas en Arlington en 1986. Aprobó el examen de la Comisión Internacional de Ingeniería Clínica en 1987. Desde 1983 es profesor de la Facultad de Ingeniería en Electricidad y Computación de la ESPOL. En 1989 fue galardonado como Joven Profesional Sobresaliente del Ecuador por su contribución al desarrollo científico del país.