

ESPOL
FACULTAD DE INGENIERIA
EN ELECTRICIDAD

DIRECCION:
ZOTOS
Jy



**REVISTA DE LAS
I JORNADAS EN
ELECTRONICA MEDICA**

Fecha: 1º y 2 de Octubre de 1991

Lugar: Nuevo Campus Politécnico

Guayaquil – Ecuador

Octubre 1991: Mes de Inauguración del Nuevo Campus Politécnico

Hace cuatro años se dieron los primeros pasos para la creación de una nueva área en la Facultad de Ingeniería en Electricidad de la ESPOL, movidos por la necesidad de vincular dos ciencias muy importantes hoy en día, como son la Electrónica y la Medicina.

Eventos de esta índole son importantes para fomentar el interés científico en una determinada área, y además para intercambiar conocimientos y experiencias entre los diferentes profesionales de nuestro medio, con lo cual los estudiantes son los beneficiarios directos.

En este cuarto año, con las experiencias acumuladas podemos decir sin temor a equivocarnos que, estamos cumpliendo con aquellos objetivos trazados desde un comienzo para ayudar a la comunidad en los siguientes aspectos: económico, mediante el ahorro de divisas al país; profesional, elevando el nivel de preparación de los ingenieros que trabajan en el área de la Electrónica Médica; y social, ya que se permite que los hospitales y clínicas eleven la calidad de su servicio.

En representación de la Facultad de Ingeniería Eléctrica, manifiesto mi sincero agradecimiento a todas aquellas personas y entidades que han colaborado de una u otra manera para hacer realidad este evento pionero, y a la vez saludo a todos y cada uno de los participantes quienes con su presencia darán realce a la realización de las I Jornadas en Electrónica Médica.

El mundo cambia, y esto trae consigo nuevos adelantos lo cual implica que surjan otras carreras que abrirán nuevos horizontes a muchos estudiantes; justamente, esta carrera es para personas que tienen dos características, la mística de la curiosidad y el don de gentes, porque en la Electrónica Médica ellas van a la par.

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

La realización de estas I Jornadas en Electrónica Médica tiene como objetivo mostrar a toda la comunidad politécnica y a las personas interesadas en esta área, los diferentes trabajos y proyectos que se han desarrollado durante estos últimos cuatro años, y su aplicabilidad para dar soluciones a ciertos problemas del medio pero enmarcados en la realidad del país.



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

Octubre 1991

DIRECTOR

Ing. Miguel Yapur

COORDINADOR

Patricio Altamirano

EDITOR

Gustavo Izquierdo

FOTOCOMPOSICION:

Alberto Gómez

Erich Argüello

COLABORADORES:

Fernando Amaguaya

William Borbor

Héctor Carrasco

Leonardo Cumba

Mario Jara

Ivonne Martín

Javier Medina

Guillermo Montesdeoca

Darwin Silva

Wilde Tituana

Pedro Vásquez

EL COMITE ORGANIZADOR DE LAS PRIMERAS JORNADAS EN ELECTRONICA MEDICA

MANIFIESTA Y DEJA CONSTANCIA DE SU

GRATITUD Y RECONOCIMIENTO

AL SR. ING. **HERNAN GUTIERREZ VERA**,
DECANO DE LA FACULTAD DE INGENIERIA EN ELECTRICIDAD DE LA ESCUELA
SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL (ESPOL), POR SU PERMANENTE APOYO AL
ENGRANDECIMIENTO DEL AREA DE ELECTRONICA MEDICA Y SU DESINTERESADA
COLABORACION A LA REALIZACION DE ESTAS **JORNADAS**.

GUAYAQUIL, OCTUBRE 1º DE 1991

ING. MIGUEL YAPUR
PRESIDENTE DEL COMITE ORGANIZADOR
DE LAS I JORNADAS EN ELECTRONICA MEDICA

PATRICIO ALTAMIRANO BARCIA
COORDINADOR DEL COMITE ORGANIZADOR
DE LAS I JORNADAS EN ELECTRONICA MEDICA

INTEGRANTES DEL COMITE:

- IVONNE MARTIN
- FERNANDO AMAGUAYA
- ERICH ARGÜELLO
- WILLIAM BORBOR
- HECTOR CARRASCO
- LEONARDO CUMBA
- ALBERTO GOMEZ

- GUSTAVO IZQUIERDO
- MARIO JARA
- JAVIER MEDINA
- GUILLERMO MONTESDEOCA
- PEDRO VASQUEZ
- DARWIN SILVA
- WILDE TITUANA

MENSAJE DEL RECTOR

Includablemente, a medida que avanza la investigación científica y tecnológica en el área de la aplicación de sus principios generales al área de la Medicina, se va estrechando más aún el límite entre una y otra y va generando, adicionalmente, nuevas necesidades de preparación, tanto del Médico en asuntos tecnológicos de Electrónica como de Ingenieros y Tecnólogos Electrónicos en asuntos inherentes a la Medicina.

El avance tecnológico contemporáneo es impresionante, tanto por la gran versatilidad de los usos que pueden darse a principios científicos aplicados a áreas específicas de la Ciencia Médica como por el desarrollo acelerado de los mismos que torna obsoleto en poco tiempo cualquier nuevo invento.

Dentro de ésta temática, debemos considerar, por consiguiente, que es sustancial incrementar esfuerzos para que la Tecnología Electrónica sea conocida a plenitud por la Medicina y viceversa, pues, la dependencia de una hacia la otra es cada vez más ostensible.

No puede concebirse hoy un consultorio médico sin una suma de aparatos y equipos de alta sofisticación cuya operación, calibración y mantenimiento implica conocimiento especializado, por lo que cabe resaltar la necesidad de que las casas superiores especializadas en la enseñanza de técnica mecánica y electrónica enfaticen su trabajo en estos campos afines, de tal manera que los profesionales técnicos en esta área de conocimiento den el soporte necesario

al ejercicio médico que utiliza una serie de equipos que han llevado al médico a salvar vidas, a atenuar los efectos de enfermedades o incapacidades congénitas o adquiridas, finalmente, a superar deficiencias transitorias.

Por esta causa, la Escuela Superior Politécnica del Litoral a través de la Facultad de Ingeniería en Electricidad, se complace en auspiciar la realización de las Primeras Jornadas en Electrónica Médica, con la certeza de que este esfuerzo científico, técnico y académico contribuirá a llevar adelante los esfuerzos que deben hacerse para la integración de las ciencias en todos sus aspectos para poner sus derivaciones positivas al servicio del Hombre, en primer lugar, y de la Sociedad, luego.

La ESPOL en constante preocupación por atender todos los campos de aplicación de la Ciencia y de la Tecnología, expresa su satisfacción por este esfuerzo por mejorar la formación de sus profesionales y por profundizar la aplicación de los principios científicos en beneficio de todos.

Ing. SERGIO FLORES
Rector de la ESPOL



*PROGRAMA DE LAS I JORNADAS EN ELECTRONICA MEDICA**Martes 1 de Octubre :**Lugar: Sala de Sesiones de la Facultad de Ingenieria en Electricidad.*

- 10h00 *Inauguración de la I Jornadas a cargo del Ing. Hernán Gutiérrez, Decano de la Facultad de Ingenieria en Electricidad.*
- 10h15 *Agradecimiento a cargo del Ing. Miguel Yapur, Presidente del Comité Organizador.*
- 10h20 *Palabras por parte del Sr. Alberto Gómez, estudiante del Tópico de Graduación de Ingenieria en Electrónica Médica.*

Lugar: Laboratorio de Electrónica Médica.

- 10h35 *Bendición del Laboratorio.*
- 10h40 *Palabras del Padrino del Laboratorio de Electrónica Médica, Ing. Sergio Flores, Rector de la ESPOL.*
- 10h50 *Brindis.*
- 11h00 *Exposición de proyectos y Apertura del Laboratorio al público.*
- 14h00 *Cierre.*

*Miércoles 2 de Octubre:**Lugar: Sala de Sesiones de la Facultad de Ingenieria en Electricidad*

- 10h00 *Charla: "Aplicaciones Médicas de los Rayos X", a cargo del Ing. Helmut Haenschel.*
- 10h40 *Charla: "Expectations in the Area of Medical Equipment Maintenance in Ecuador", a cargo del Ing. Silas Young.*
- 11h20 *Charla: "Importancia de los Instrumentos Electrónicos en una operación de Corazón", a cargo del Dr. Bolívar Esparza.*

Lugar: Laboratorio de Electronica Médica.

- 12h00 *Exposición de Proyectos.*
- 15h00 *Clausura.*

IMPORTANCIA DEL LABORATORIO DE ELECTRONICA MEDICA

Casi todos los hospitales y clínicas de Guayaquil y gran parte de los Centros de Especialidades del Ecuador poseen o incorporan modernos equipos electrónicos acorde al desarrollo tecnológico de la ciencia, para uso tanto de diagnóstico como en terapia. El equipamiento de estos Centros de Salud demanda costosas inversiones que persiguen como fin brindar un mejor servicio hospitalario a la comunidad. Por esto y con el ánimo de preservar la capacidad operativa de los mencionados Centros Hospitalarios, el personal dedicado al mantenimiento electrónico de dichos equipos debe estar preparado adecuadamente. La ESPOL consciente de esta necesidad y con el propósito de servir a la comunidad creó en el año de 1976 como parte del pénsum de Ingeniería Electrónica la materia de Electrónica Médica, la cual se detalla a continuación :

ELECTRONICA MEDICA

Tiene como objetivos dar a conocer la importancia de la Electrónica aplicada a la Medicina. Comprende el estudio de varios principios fisiológicos y el análisis circuital de los equipos electrónicos aplicados en el campo médico.

Como parte de la especialización profesional la Facultad de Ingeniería en Electricidad creó en el año de 1987 cuatro nuevas materias las cuales se mencionan a continuación :

FUNDAMENTOS DE INSTRUMENTACION BIOMEDICA

Esta materia versa sobre los principios teóricos que rigen la aplicación de los conceptos de Ingeniería encaminados hacia la solución de problemas biológicos y médicos. Se pone énfasis en los criterios aplicados en la Ingeniería Electrónica.

PRINCIPIOS DE INGENIERIA CLINICA

Esta materia trata sobre los deberes y derechos de los ingenieros que trabajan en el área médica; sirve además para que los estudiantes conozcan cuales son las regulaciones que deberían implantarse en nuestro país y la orientación en cuanto al comportamiento profesional, ético y legal. La carrera de Ingeniería Clínica es nueva y existe desde hace pocos años en los Estados Unidos de Norteamérica; sin embargo, en nuestro país aún no es aplicable debido a que las leyes y decretos difieren notablemente.

INSTRUMENTACION CLINICA

Esta materia pone énfasis en los principios de operación de los equipos médicos empleados en las rutinas de diagnóstico. Comprende desde la teoría de imágenes médicas hasta las mediciones de los sistemas respiratorio, cardiovascular y nervioso, pero desde un punto de vista más detallado.

LABORATORIO DE ELECTRONICA MEDICA

Esta es una materia experimental donde el estudiante realiza mediciones y se compenetra en la práctica de la Electrónica Médica. Todas las experiencias del Laboratorio contribuyen al desarrollo profesional del ingeniero. Las prácticas son las siguientes:

- 1.- Estadísticas
- 2.- Tiempo de reacción vs exactitud de movimiento
- 3.- Medición de la respuesta espectral de los transductores de luz
- 4.- Mediciones de fuerza y desplazamiento usando galgas extensiométricas
- 5.- Medición de la respuesta de frecuencia de los sistemas de presión sanguínea
- 6.- Medición del flujo sanguíneo utilizando la técnica Doppler
- 7.- Mediciones de Electrocardiografía y Vectocardiografía
- 8.- Cateterismo cardíaco
- 9.- Operación de corazón a biento

10- Seguridad Eléctrica

Las experiencias 1 y 2 proporcionan habilidad en el manejo de los datos.

La experiencia 3 introduce experimentalmente a los conceptos de Fotometría que es una ciencia que está muy relacionada con el campo del Laboratorio de Análisis Clínico.

La experiencia 4 permite la familiarización con el uso de las Galgas Extensiométricas, ya sea para medir fuerzas o desplazamientos. La aplicación directa se pone en los tocómetros, que son dispositivos de gran uso en el área de Ginecología. Otra aplicación se da en las balanzas.

La experiencia 5 permite a los estudiantes conocer las diversas maneras de modificar y mejorar la respuesta de frecuencia de un sistema de presión sanguínea, de un paciente que se encuentra en una unidad de Cuidados Intensivos.

Las experiencias 7, 8, y 9 contribuyen a conocer el comportamiento eléctrico y mecánico del corazón. De esta forma se involucra a los nuevos profesionales en la resolución de problemas que a los cardiólogos se les pueda presentar.

La experiencia 10 es una de las más importantes - porque permite hacer conciencia de la necesidad de implantar programas de Seguridad Eléctrica en los Hospitales del país, para de esta manera salvaguardar la integridad física de los pacientes y del personal que allí labora.

La importancia de este Laboratorio radica en que se abre un nuevo camino para la investigación, para lo cual se requiere de profesionales bien capacitados en el área de Electrónica - Médica.

Todas las prácticas de Laboratorio arriba menciona

das inciden en el desarrollo profesional del Ingeniero. Siendo todas ellas importantes, y más aún aquellas que permiten conocer sobre la necesidad de implantar programas de Seguridad Eléctrica en los ambientes Hospitalarios de nuestro país.

Es de recalcar la importancia de enfrentar al futuro profesional con los problemas reales y adentrarlos en los ambientes médicos. Esto permitirá el desarrollo de una mayor confianza y una mejor visualización de la problemática en el medio y por consiguiente el aporte científico que revertirá en beneficio de la comunidad y del país.



LAS PROMOCIONES ANTERIORES DE TOPICO DE INGENIERIA EN ELECTRONICA MEDICA

PRIMERA PROMOCION 1987-1988

ALUMNOS

PATRICIA ABAD
JUAN CARLOS ARIAS
MARIA ELENA CARRILLO

JOSE AMORES

MARCOS ARIAS

WILLIAM COBOS

FERNANDO ESTEVES

MARIO FLORES

FERNANDO IDROVO

EDUARDO MENDIETA

PROYECTO DESARROLLADO

Construcción de una muñeca simuladora de accidentes eléctricos en ambientes hospitalarios.

Conversión de un televisor a monitor cardíaco.

Diseño y construcción de un sintetizador de palabras.

Construcción de un medidor de respuesta espectral de fotosensores.

Construcción de un transmisor-receptor de ondas ultrasónicas para aplicación médica.

Diseño y construcción de un fotómetro.

Construcción de un simulador de ondas cardíacas.

Construcción de un transductor de fuerza usando galgas extensométricas.

JOHN MERCHAN

Diseño de un algoritmo para la determinación de los parámetros radiográficos y su aplicación a una computadora personal.

WILFRIDO OCHOA

Construcción de un tablero para medir el tiempo de reacción humana.

FERNANDO UGARTE

Construcción de un sistema para medir la respuesta de frecuencia de transductores de presión mediante la técnica POP.

VICTOR VITERI

Diseño y construcción de un filtro digital tipo HANNING.

ASPECTOS DESTACADOS DE ESTA PROMOCION:

Los proyectos que los alumnos de esta promoción realizaron fueron la base de la mayoría de los experimentos que se llevaron a cabo actualmente en el Laboratorio de Electrónica Médica. Estos trabajos fueron los pioneros para desarrollar el programa de prácticas de este Laboratorio.

El trabajo del alumno John Merchan fue llevado a las IX Jornadas de Ingeniería Eléctrica y Electrónica realizadas en la Escuela Politécnica Nacional en la ciudad de Quito, en Junio de 1988, donde fue expuesto y se publicó en los Anales de dicha jornadas.

SEGUNDA PROMOCION 1988-1989

ALUMNOS

PROYECTO DESARROLLADO

JAVIER ALBAN
MARIA ELENA PONCE

Diseño y construcción de un sistema para medir el nivel de bilirrubina en neonatos.

CARLOS ALVAREZ

Computarización del sistema de respuesta espectral de fotosensores.

ALEJANDRO ARNES

Conversión de una computadora personal ATARI 800 en monitor cardiaco.

PAUL AVALOS

Diseño y construcción de un sistema generador de campos magnéticos para estudiar la variación de los parámetros sanguíneos en conejillos de indias.

FRANCISCO AVELLAN
FREDDY MORA

Diseño y construcción de un sistema para terapia de pacientes basados en campos magnéticos.

EDGAR BORBOR

Desarrollo de un compendio sobre transductores utilizados en instrumentación médica.

MARIO ESPINOZA

Diseño de la instalación en el Hospital Luis Verraza de un Tomógrafo computarizado.

GABRIEL HONCE

Desarrollo de un compendio sobre la aplicación de los Rayos X y el ultrasonido en la instrumentación médica.

FREDDY LETAMENDI

Estudio de la aplicación de los Rayos Laser en la Medicina.

MAX LOAIZA

Diseño y construcción de un fotople-
tismografo.

MARCOS NOLIVOS

Construcción de un sistema de teleme-
tría.

JESSICA PAGES

Elaboración del Folleto Guía de las
prácticas del Laboratorio de Electróni-
ca Médica.

LEONIDAS RIVERA

Construcción de un control de tempera-
tura en incubadoras.

CRISTOBAL TOLEDO

Construcción de un Sistema Ultrasonido
Doppler.

ASPECTOS DESTACADOS DE ESTA PROMOCION:

Los alumnos Javier Albán y María Elena Ponce realizaron las pruebas del equipo que ellos diseñaron para medir el nivel de bilirrubina en los neonatos en la Maternidad Enrique Sotomayor desde Junio a Septiembre de 1989.

El alumno Cristóbal Toledo efectuó la filmación de una operación de corazón abierto realizada por el Doctor Bolívar Esparza en los quirófanos del Hospital "Dr. Teodoro Maldonado Carbo" del IESS. El cassette donde se encuentra dicha filmación es utilizado como material didáctico en las prácticas de Laboratorio.

El alumno Paúl Axalos realizó los experimentos con su jaula magnética usando cobayos en el bioterio del Instituto de Higiene junto con el Doctor Luis Salazar desde Enero a Septiembre de 1989, habiendo obtenido resultados inéditos los cuales han quedado registrados en los Anales de dicha entidad.

La alumna Jessica Pages elaboró el primer folleto guía para las prácticas en el Laboratorio de Electrónica Médica.

El alumno Edgar Borbor elaboró el primer compendio sobre conceptos básicos de transductores, y el alumno Gabriel Honce elaboró un compendio sobre la aplicación de los Rayos X y otro sobre ultrasonido y su aplicación en la instrumentación médica siendo todos ellos usados como texto guía en las materias de los tópicos de graduación. Estos tres compendios son usados como material de estudio de los alumnos de los tópicos de graduación.

Los alumnos Francisco Axellón y Fernando Mora diseñaron y construyeron un sistema para terapia de pacientes con problemas musculares y jaquecas utilizando Campo Magnético, el cual fue solicitado por el Dr. Eduardo Ayala Rubio, quien hasta la fecha lo sigue usando con éxito.

TERCERA PROMOCION 1989-1990

ALUMNOS	PROYECTO DESARROLLADO
LUIS ANGULO	Diseño de la instalación en el Hospital Luis Verraza de un sistema LITHO-STAR para destruir cálculos renales.
MARCOS ARALJO OSWALDO GUIJARRO	Diseño y construcción de un convertidor de video para ecosonografos.
LUIS ASANZA LUIS CAIZA	Construcción de un final del sistema para medir la respuesta espectral de fotosensores.
MARCO AUREA HUGO CARVAJAL	Computarización del sistema para medir el nivel de bilirrubina en neonatos.
CARLOS BORJA	Diseño y construcción de un termómetro digital.
JORGE CORAL	Construcción de un estimulador eléctrico.
JUAN CRUZ	Diseño y construcción de un medidor de PH digital.
JUAN FUENTES	Diseño y construcción de un medidor de flujo sanguíneo usando la Técnica Doppler.
JULIO MORAN JORGE VELASCO	Diseño y construcción de un fotople-tismografo.
JOHN OSTAIZA ALDO VERNI	Computarización del sistema de medición de reacciones humanas.

MIGUEL PEÑARANDA

Construcción de un Pirómetro.

EMILIO PERA

Diseño y construcción de un sistema de agarre para la mano robótica.

LUIS REINOSO

Construcción de un sistema de biotele-metría.

ANDRES RIVERA

Diseño y construcción de un control electrónico para una silla de ruedas.

ASPECTOS DESTACADOS DE ESTA PROMOCION:

Lo más destacado de esta promoción fue la participación exitosa de todos los alumnos de este Tópico como representantes de la ESPOL en las Jornadas Médico-Hospitalarias Pro-Construcción del Hospital Universitario, realizado en Guayaquil el 8 de Septiembre de 1990, habiendo la representación de la ESPOL ganado el trofeo donado por OPTICA GILL al mejor stand de dicho evento.



Momento en el que el Dr. Walter Andrade Fajardo entrega al Ingeniero Miguel Yapur el trofeo donado por Optica Gill al mejor stand de las I Jornadas Médico-Hospitalarias Pro-Construcción del Hospital Universitario.

OTROS GRADUADOS EN ESTA AREA

NOMBRE: César Urrea Terán.
Graduado en el año de 1989.

DETERMINACION DEL TIEMPO DE GESTACION A PARTIR DE MEDICIONES DEL DIAMETRO BI-PARIETAL EN GESTANTES NORMALES Y SUS APLICACIONES EN LOS DIFERENTES SECTORES DE LA CIUDAD

Este trabajo consiste en la captación de datos de mediciones ecosonográficas en gestantes normales del diámetro bi-parietal (DBP), su clasificación, la determinación de parámetros estadísticos para cada conjunto de datos, la graficación de éstos para la determinación de las curvas máxima y mínima del crecimiento del diámetro bi-parietal.

Con los datos obtenidos se trazó la curva en el plano DBP vs. tiempo de gestación en semanas, lo cual permite que conociendo la medición ecosonográfica del DBP en milímetros, se la puede extrapolar y conocer el número de semanas de gestación con más o menos días de aproximación, lo cual es de extrema importancia en lo que al alumbramiento se refiere.

Los datos de mediciones ecosonográficas por semanas fueron tratados estadísticamente a fin de obtener los valores máximos y mínimos normalizados; luego, se procedió a la construcción de la curva DBP vs. tiempo de gestación en semanas. Hecho esto, se procedió a la división en segmentos de recta definidos por intervalos. Con los valores estadísticos y utilizando el método de regresión lineal, fue factible

la determinación de las ecuaciones para los segmentos de rectas pre-establecidas.

Definidos los límites y ecuaciones, se procedió a elaborar dos programas: uno en lenguaje BASIC y otro para la calculadora TEXAS INSTRUMENTS SR-58, los cuales calculan el tiempo de gestación en semanas con más o menos días de aproximación, a partir de la información del DBP medio.

El presente informe fue un trabajo realizado para la Clínica Antonio Gil, a partir de los datos obtenidos por la Dra. Manuela de Gil.

Las conclusiones y recomendaciones pertinentes fueron elaboradas a partir de los resultados obtenidos. La eficacia del método y del programa han sido confirmadas hasta la fecha (1.989). Dichas conclusiones y recomendaciones son como se detallan a continuación:

- La forma en que crece el diámetro bi-parietal responde a las condiciones en que se está gestando el feto.

- Los datos recopilados corresponden a una determinada clase social, lo que nos lleva a concluir que esta curva DBP no es igual para todas las clases sociales ni es igual para toda la región.
- Las curvas de DBP serán diferentes entre fetos de diferentes regiones y entre fetos de diferentes razas.
- La ubicación exacta del feto en grande, normal o pequeño, se lo hace en base a curvas estadísticas, por lo tanto para completar este estudio es necesario elaborar las tablas y curvas pertinentes.
- Finalmente este estudio induce a pensar, en la necesidad de la realización de un vasto programa de investigación de alimentación pre-natal que mediante la verificación del crecimiento del DBP permite establecer una tabla básica obligatoria de ingestión de nutrientes por parte de la gestante, con el fin de garantizar un feto sano, y que crezca normalmente hasta su nacimiento.

NOMBRE: Nelson Rodriguez
Graduado en el año de 1989.

MANTENIMIENTO DE EQUIPOS ELECTROMEDICOS DE MONITOREO DE SIGNOS VITALES

El propósito de este informe fue el de fomentar el conocimiento clínico acerca del monitoreo de signos vitales y de los procedimientos a seguir para un fácil y sencillo desarrollo de métodos de mantenimiento tanto preventivo como correctivo. Con este objeto se plantean situaciones de orden general sobre el estado actual de los centros hospitalarios en el Ecuador con respecto a sus políticas organizativas de sus departamentos de mantenimiento, dejando en claro sus fallas y sus necesidades de orden financiero y de asistencia técnica profesional.

Para introducirnos en la comprensión de la forma como operan los monitores de signos vitales, fue necesario hacer un ligero análisis previo de los criterios clínicos sobre fisiología eléctrica del corazón, su comportamiento ante una descarga eléctrica externa (desfibrilación), criterios fisiológicos de la respiración, y finalmente algo sobre circulación sanguínea y las influencias del cambio de presión sobre el organismo.

◦ Una vez planteados éstos criterios pasamos a analizar detalladamente

con ayuda de gráficos de diagrama de bloques a cada uno de los monitores de signos vitales, para lo cual se optó por tomar para cada caso un modelo tipo de suficiente versatilidad y fácil comprensión.

En el último capítulo de este informe se dan sugerencias prácticas a seguir sobre la forma de organización para alcanzar óptimos logros de las técnicas de mantenimiento, así como procedimientos para preparar los equipos antes de cada uso y los instrumentos básicos para dicho mantenimiento.

Se finaliza el trabajo proporcionando sugerencias técnicas sobre medidas de seguridad física tanto para el paciente como para el operador de equipos biomédicos.

En resumen este trabajo que se presentó, ha intentado esbozar una serie de experiencias en el campo

de la electrónica médica aprendidas debido a la necesidad de cubrir un área que adolece de falta de personal técnico profesionalmente capacitado para emprender en estas actividades cuya tecnología avanza con increíble rapidez.

El presente trabajo es el producto de las experiencias por más de tres años en funciones en el área de mantenimiento de equipos electrónicos de uso médico en clínicas particulares y principalmente en la Unidad de Cuidados Intensivos del Hospital Carlos Andrade Marín del Seguro Social, en Quito, desde el año 1987 hasta 1989, habiendo obtenido desde entonces resultados halagadores al no haber visto fallar su operación, por falta de servicio, como personal ya que ha sido un reto valioso considerando que se ha trabajado en equipos que vienen funcionando por cerca de 12 años en su mayoría, así como también en equipos de reciente tecnología.

NOMBRE: José Correa Coronel.
Graduado en el año de 1990.

ANALISIS DE LA OBTENCION DE IMAGENES MEDICAS UTILIZANDO RESONANCIA MAGNETICA NUCLEAR (NMR)

Debido a lo nuevo del sistema y por ende a la falta de información, la presente tesis que se presentó

tiene como objetivo enlistar en forma clara y sencilla los conceptos básicos de la Resonancia Magnética Nuclear, la

forma como se obtienen las imágenes médicas y establecer los criterios de instalación de un sistema NMR.

Las imágenes obtenidas por este método proveen imágenes de alta resolución sin radiación ionizante y sin agentes de contraste. Puede ser usado las veces que sea necesario en un paciente ya que es completamente inofensivo.

Otra bondad que presenta el sistema es que puede ser usado como prevención en el diagnóstico de enfermedades en cualquier parte del cuerpo humano. Entre sus múltiples aplicaciones tenemos la espectroscopía localizada, análisis del sistema cardiovascular, imágenes del sistema óseo y muscular, etc.

En la I parte del trabajo presentado se trata sobre los conceptos básicos de la magnetización nuclear, se hace un análisis de las partículas que poseen esta propiedad y se describe el concepto de precesión y resonancia nuclear. Después se hace énfasis al fenómeno opuesto al de la precesión que es la relajación nuclear; de este análisis se obtienen dos parámetros importantes para la formación de

imágenes médicas que son t_1 y t_2

En la siguiente parte se ve la incidencia de las ondas electromagnéticas en la precesión nuclear especialmente las secuencias de pulsos, y las técnicas de medición de t_1 y t_2 mediante esta secuencia de pulsos. Luego se hace una breve introducción de la forma como se obtiene las señales ya sea puntual, lineal, planar o volumétrica, antes de describir los principales métodos de imágenes.

Cada fabricante desarrolla su propio método particular para procesar la información de t_1 y t_2 , por consiguiente sería un trabajo muy extenso describir todos los métodos de imágenes. En este estudio se escogió como ejemplo el método 2D FLASH desarrollado por la Siemens.

Finalmente se hace una descripción del sistema, de todos sus componentes y su clasificación, para al final mostrar el sistema completo en forma gráfica y de bloques. Además se hace un estudio completo del lugar físico donde se instalará un sistema de NMR y de los requerimientos eléctricos y ambientales, los cuales son muy importantes debido a la sensibilidad del sistema.

NOMBRE: Galo Icaza.
Graduado en el año de 1991.

CONTROLADOR ELECTRONICO DE UN RESPIRADOR ARTIFICIAL PARA NEONATOS

Este trabajo está dirigido al médico para darle facilidad en la colocación de un ventilador neumático al neonato (recién nacido), y mediante un módulo electrónico lograr un mejor monitoreo de los datos del paciente y la reducción del tiempo de inicio de la ventilación mecánica.

Primero, se revisó la anatomía y fisiología para conocer la función del sistema respiratorio, que en un momento dado el ventilador puede reemplazar. Luego se analizó los modos de ventilación existentes para ayudar a los pacientes en estado crítico.

Posteriormente se trató sobre las características del ventilador a ser controlado electrónicamente, y se realizó el diseño del sistema.

El desarrollo del presente trabajo permite introducir al lector en un área muy importante como es la unidad de terapia intensiva para infantes neonatos o pediátricos de hasta 12 años. En esta unidad se encuentran los respiradores neonatales pediátricos que son equipos de soporte de vida a pacientes en estado crítico.

El diseño de este controlador permite colocar un módulo electrónico a un respirador totalmente neumático, el cual da al médico una precisión en la colocación de los parámetros de ventilación, tales como tiempo inspiratorio, expiratorio y respiraciones por minuto, los cuales puede observar en un despliegue visual.

De esta manera se podrá con mayor rapidez colocar un respirador a un paciente sin el contratiempo de usar un reloj. También se han añadido las alarmas de falla de ciclo y de APNEA (ausencia de respiración).

La alarma de falla de ciclo permite controlar el correcto funcionamiento del ciclo inspiración-expiración mandatorio. La alarma de APNEA permite controlar al paciente en el caso de que haya dejado de realizar sus movimientos respiratorios.

El trabajo presentado es un inicio para ingresar más profundamente en el área de ventilación mecánica haciendo uso de los avances de la tecnología electrónica.

CUARTA PROMOCION

1990-1991

ALUMNOS

PROYECTO DESARROLLADO

PATRICIO ALTAMIRANO
ERICH ARGUELLO

Conexión del sistema medidor de reacciones humanas a una computadora personal y procesamiento estadístico de datos.

FERNANDO AMAGUAYA
PEDRO VASQUEZ

Construcción de un medidor de temperatura para tres ambientes.

WILLIAM BORBOR
WILDE TITUANA

Diseño y construcción de un pantógrafo electrónico.

HECTOR CARRASCO
JAVIER MEDINA

Construcción de un electrocardiografo.

LEONARDO CUMBA
IVONNE MARTIN

Construcción de un filtro digital basado en el microcomputador SDK-8088.

ALBERTO GOMEZ

Construcción de un estimulador electrónico.

GUSTAVO IZQUIERDO

Diseño y construcción de un Generador de ondas alfa.

MARIO JARA
DARWIN SILVA

Diseño y construcción de un sistema detector de arritmias.

GUILLERMO MONTESDEOCA

Diseño y construcción de un medidor de nivel de audición humana expresada en decibelios.

ASPECTOS DESTACADOS DE ESTA PROMOCION:

Adecuación, instalación y equipamiento del nuevo Laboratorio de Electrónica Médica .

Optimización de los experimentos de las prácticas de Laboratorio.

Coordinación y realización de las I Jornadas en Electrónica Médica.



PARTICIPACION DE LA ESPOL EN EVENTOS CIENTIFICOS

La Escuela Superior Politécnica del Litoral ha venido participando en diferentes eventos de carácter científico, entre los cuales anotamos lo siguientes:

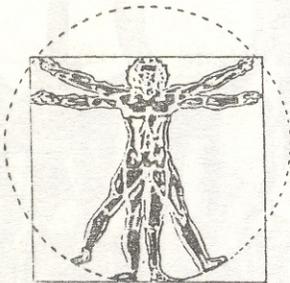
Seminario sobre *MEDICAL ELECTRONICS*, dictado en la sala de sesiones de la Facultad de Ingeniería Eléctrica por el Dr. VON MALTZHAN, Ph. D., P. E.; del 25 de Mayo al 4 de Junio de 1987. Este distinguido conferencista, quien es profesor de la Universidad de Texas en Arlington, vino invitado por la F.I.E., para que dicte seminarios, haga las debidas recomendaciones para la creación de las nuevas materias de graduación, y establezca los delineamientos de la nueva especialización.



Seminario de *ELECTRONICA BASICA PARA MEDICOS*, llevado a cabo en la sala de sesiones de la F.I.E., y auspiciado por la ESPOL, Universidad Católica y Colegio de Médicos del Guayas.



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA
DEL LITORAL
FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRICA



"CURSO DE ELECTRONICA BASICA
PARA MEDICOS"

del 14 al 25 de Septiembre
Guayaquil - Ecuador
1987



Fue dictado por profesores de la F.I.E. del 14 al 25 de Septiembre de 1987, y cubrió importantísimos tópicos en el campo de la Ingeniería Electrónica a un nivel básico para que los médicos comprendan su aplicación en las ciencias médicas.

EXPOSICION NACIONAL DE CIENCIA Y TECNOLOGIA auspiciado por INECEL y el CRIEEL en el gimnasio de la ESPOL del 6 al 10 de Octubre de 1987.

Los trabajos expuestos por los alumnos de Electrónica Médica fueron:

Arcadio Amador

Washington Berrones

Carlos Loor

Carlos Suquitana

Ellis Torres Azú



Fotopletismografo elemental

Atlas electrónico

Simulador de accidentes eléctricos

Monitor de ECG básico

IX JORNADAS EN INGENIERIA ELECTRICA Y ELECTRONICA, Escuela Politécnica Nacional-Quito, 1 de Julio de 1988. Trabajo presentado: Desarrollo de un algoritmo para la determinación de parámetros radiográficos y su aplicación a una computadora personal. Por: John Merchán (Alumno de Tópicos Especiales de graduación en Electrónica Médica, I Promoción).

En este trabajo se presentó un algoritmo, el cual acepta 2 de los tres parámetros radiológicos (Kilovoltaje, miliamperaje y el tiempo de exposición) y calcula el valor del tercero en base al factor de exposición ϵ , almacenado en la memoria, el mismo que es ingresado en cada

parte del cuerpo humano que se desea irradiar y que corresponde a una persona promedio. Este factor es corregido de acuerdo a las características del paciente y así se obtiene el tercer parámetro apropiado para una toma radiográfica de buen contraste.

El propósito de este trabajo es el de asistir al médico radiólogo, tecnólogo médico o ingeniero de mantenimiento en la obtención de placas radiográficas satisfactorias, sin la necesidad de consultar las tablas de exposición básicas.

XI JORNADAS EN INGENIERIA ELECTRICA Y ELECTRONICA. Escuela Politécnica Nacional-Quito, 22 de Julio de 1990.
Trabajo presentado: Analisis de la obtención de imágenes médicas utilizando Resonancia Magnética Nuclear (NMR). Por: José Correa (Estudiante de Graduación por modalidad de Tesis de Grado).

El diagnóstico médico ha sido beneficiado por los avances tecnológicos logrados en los últimos años. La tecnología mejorada de Rayos X, la tomografía Computarizada (CT) y el ultrasonido han sido las principales técnicas de imágenes.

Hoy en día, esta progresión tecnológica ha dado un paso adelante con la introducción de NMR. Las imágenes obtenidas por este método son de alto contraste; sin radiación ionizante y sin agentes de contraste. Puede ser usado las veces que sea necesario en un paciente ya que es completamente inofensivo.

Otra bondad que presenta el sistema, es que puede ser usado como prevención en el diagnóstico de enfermedades en cualquier parte del cuerpo humano. Entre sus múltiples aplicaciones tenemos la espectroscopia localizada, análisis del sistema cardiovascular, imágenes del sistema óseo y muscular, etc.

I JORNADAS MEDICO-HOSPITALARIAS PRO-CONSTRUCCION DEL HOSPITAL UNIVERSITARIO, Guayaquil Septiembre 8 de 1990.

Exposición de los adelantos de la Medicina.

Stand de la ESPOL:

La ESPOL como entidad destinada a la investigación y a la preparación de personal calificado par contribuir al desarrollo nacional, participó en la I. Exposición de Equipamiento hospitalario y de adelantos en la Medicina.

El stand de la ESPOL en esta exposición estuvo dividido en tres secciones:

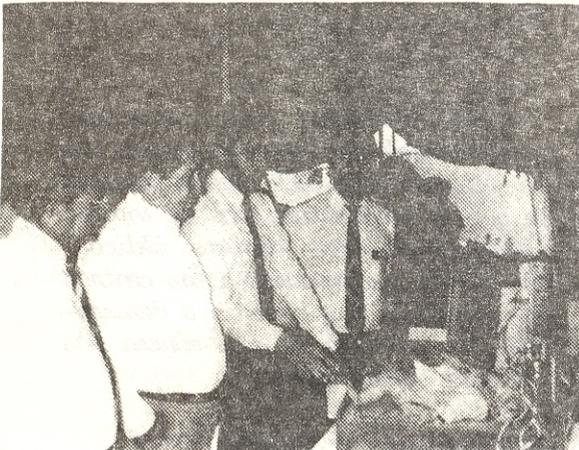


La primera sección trató sobre el interés que pone la ESPOL para fomentar el desarrollo de la industria de equipos médicos a nivel nacional.

Para este efecto se mostraron algunos equipos diseñados y construidos en los laboratorios de la institución, con alta confiabilidad y excelente acabado, lo cual si fuese apoyado por inversionistas, podría proporcionarle un considerable ahorro de divisas al país.

La segunda sección mostró los avances de la instrumentación médica, especialmente lo concerniente a los métodos modernos para la obtención de imágenes médicas. Para el efecto se hizo una exposición utilizando diapositivas que demostraron la importancia actual de la tecnología de Rayos X, Ultrasonido, Medicina Nuclear y Resonancia Magnética.

La tercera sección mostró en términos generales el grado de preparación que reciben los futuros profesionales en el área de la Electrónica Médica, durante su educación en la ESPOL, en lo concerniente al mantenimiento hospitalario. Se hizo énfasis en el tema relacionado con la seguridad eléctrica.



Los trabajos que se presentaron son como se detallan a continuación:

Coordinación General: Ing. Miguel Yapur.

SECCION I

Medidor de pH por Juan Cruz.

Termómetro digital por Carlos Borja.

Doppler portátil por Juan Fuentes y Osvaldo Guizarro.

Medidor de frecuencia cardíaca por Julio Morán y Jorge Velasco.

Medidor de bilirrubina en neonatos por Hugo Canxajal y Marco Aurea.

Medidor de tiempo de reacción humana por John Ostaiza.

SECCION II

Diapositivas sobre imágenes médicas por Luis Azaña.

Documentales sobre imágenes médicas por Luis Cauza.

SECCION III

Implementación de un programa de mantenimiento efectivo de ambientes hospitalarios por Luis Angulo.

Implementación hospitalaria por Aldo Verri.

LA ELECTRONICA MEDICA EN LA ACTUALIDAD

En los últimos años, los avances tecnológicos en muchas áreas han facilitado en diversas formas el desenvolvimiento de la vida diaria; muchos de estos avances han tenido como pilar a la electrónica, la cual se ha desarrollado enormemente en las últimas décadas.

El avance de la medicina en el campo investigativo se debe a que ha empleado a la electrónica para lograr algunas de las metas que hace algunos años no se habría podido lograr, en las áreas de diagnóstico y de terapia.

Actualmente la ingeniería electrónica en el campo médico 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 con un alto grado de seguridad eléctrica.

Los países desarrollados han realizado grandes inversiones en la creación de centros de investigación en equipos médicos, estando la mayoría de éstos localizados en las universidades.

Debido al desarrollo obtenido en los últimos años, los equipos médicos han ido dividiéndose en áreas tales como cirugía, imágenes médicas, rehabilitación creación de órganos artificiales, laboratorio, etc. Estos equipos han sido diseñados de tal manera que una persona con un entrenamiento previo pueda manejar un equipo médico con mucha precisión y seguridad para el paciente.

Un ejemplo del perfeccionamiento que han tenido los equipos médicos con la electrónica es el tradicional bisturí, que gracias a los adelantos electrónicos pasó a ser reemplazado por el electrobisturí o bisturí electrónico, el mismo que puede generar niveles de corte y cauterización variables a la necesidad del médico. Pero el electrobisturí no ha sido la última meta y mediante mayor investigación se ha logrado concebir el bisturí LASER que posee mucha mayor definición de corte y mejores resultados.

No conocemos que sorpresas nos deparará la ciencia médica en el futuro, pero sí estamos seguros de que la electrónica será el soporte principal de los equipos médicos, los mismos que ayudarán a los centros de asistencia hospitalaria a desarrollar su cometido de una manera más efectiva, rápida y segura.

EQUIPAMIENTO HOSPITALARIO EN LA REGION

El área de la Electrónica-Médica nuestro medio juega un papel relevante, ya que del avance de ésta depende el progreso en cuanto a tecnología de los diferentes hospitales, clínicas y centros médicos, lo cual redundará en el desarrollo del país.

Los estudiantes de último nivel de Ingeniería Electrónica de la ESPOI que han seguido el Tópico de Graduación en Electrónica Médica dictado desde hace cuatro años por el Ing. Miguel Yapur, con el propósito de visualizar la realidad del ingeniero electrónico especializado en equipos médicos en nuestro medio y de palpar el funcionamiento de los diferentes bloques hospitalarios, han realizado encuestas dirigidas a los hospitales de la región, las cuales han hecho énfasis en el departamento de mantenimiento de los mismos. El presente artículo es un enfoque de todas éstas encuestas realizadas a lo largo de los últimos cuatro años.

Los hospitales visitados son de diferente tipo de financiamiento económico: privado, beneficencia, seguro social, militar; además prestan distintos servicios: primario, secundario o terciario, para de ésta forma tener un amplio campo de visualización del equipamiento hospitalario.

De los datos obtenidos se puede mencionar lo siguiente:

- Conforme ha transcurrido el tiempo, los hospitales, clínicas y centros médicos han ido incrementado su equipamiento de manera adecuada; unos inclu-

sive, se han expandido y han pasado de clínicas a hospitales. Pero la proporción de éste incremento ha dependido en mucho del tipo de financiamiento económico de la institución.

- En lo que se refiere a la existencia de un departamento técnico especializado en la reparación de equipos médicos y que además proporcionen los mantenimientos preventivos y correctivos, los cuales deben ser programados con anticipación, ninguno de los hospitales lo tiene, y peor clínicas y centros médicos ya que éstos tienen menor número de equipos.

- Podemos decir que ciertos hospitales tienen departamentos de mantenimiento, pero en muchos casos éstos se dedican exclusivamente a otro tipo de tareas diferentes al mantenimiento de equipos médicos. En otros casos, los que sí brindan mantenimiento, lo hacen pero sólo a ciertos instrumentos; con los más complicados se prefiere llamar a la empresa especializada en ese tipo de equipo para su reparación.

- La mayoría de las instituciones encuestadas tiene gran cantidad de equipos dañados, especialmente monitores, bombas de succión, etc.; éstos permanecen guardados en bodegas, sin mandarlos a reparar o aprovechar los componentes en buen estado que ellos poseen, los cuales en algunos

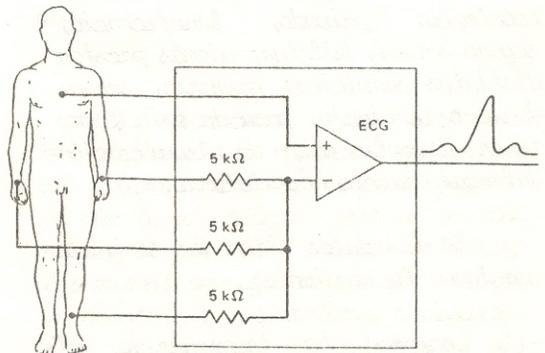
casos podrían servir como repuestos par poner en servicio otro equipo similar.

- Algunos hospitales, clínicas y centro médicos han empezado a realizar inventarios de los equipos existentes en los mismos, para así de esta manera en un futuro cercano poder programar y dirigir los mantenimientos tanto preventivo como correctivo de todos los instrumentos que poseen estas instituciones.
- Ningún hospital o clínica cuenta servicio de un técnico o de un ingeniero especialista en equipos médicos las 24 horas del día.
- En cuanto a normas de de seguridad para los instrumentos, los hospitales, clínicas y centros médicos indican que sólo se aplican a los equipos más caros y sofisticados. Lo ideal sería tener un programa seguridad que incluya a todos los equipos, puesto que la mayoría se daña por no tomar las precauciones adecuadas.

- En referencia al punto anterior, podemos mencionar la falta de cursos de capacitación en el manejo de equipos, tanto a médicos, como a los operarios; éste es un factor de suma importancia ya que también es una de las principales causas por las cuales los equipos médicos se dañan.

Como ya se dijo anteriormente, muchos hospitales, clínicas y centros médicos tienen equipos dañados guardados en bodegas, los cuales en la mayoría no han podido ser reparados por la falta o discontinuación de partes y componentes de los mismos. Es aquí donde surge la idea de formar un banco de datos a nivel local inicialmente, y luego nacional, el cual guardará la información de los equipos electrónico-médicos que tenga cada hospital, tomando en cuenta la estadística de los que se encuentran en buen estado, los que están dañados y los que se encuentran enbodegados.

Con la realización de este banco de datos, las instituciones médicas tendrán un punto de información para solucionar y disminuir el problema de equipos que se encuentran fuera de uso, para de esta manera mejorar su capacidad técnica y a la vez su servicio a la comunidad. Este proyecto a su vez puede ser de importancia decisiva en caso de una emergencia nacional.



PROYECTO: CREACION DE CENTRO DE ASESORIA Y CAPACITACION EN ELECTRONICA MEDICA

JUSTIFICACION DEL PROYECTO:

Casi todos los hospitales de Guayaquil y una gran parte de los hospitales del Ecuador, poseen equipos electrónicos muy sofisticados para usos médicos en las rutinas de terapia y de diagnóstico; sin embargo, estos equipos no son operados apropiadamente y muchos de ellos se encuentran fuera de uso.

Las causas que originan estos problemas se deben primeramente a que muchos hospitales compran equipos que no justifican su costo y su aplicación no es la correcta, debido a la falta de asesoría técnica en la adquisición de los equipos electrónico-médicos. La instalación muchas veces no es realizada en forma apropiada lo que motiva que el equipo se deteriore o salga de uso rápidamente. Además los operarios de los equipos no son instruidos correctamente y en algunos casos no saben como manejarlos. En la mayoría de los hospitales los departamentos técnicos, o no existen, o están implementados en forma incompleta y el personal de mantenimiento no está suficientemente capacitado para dar un mantenimiento preventivo y peor correctivo

Todo esto se lo ha verificado con encuesta que alumnos de último nivel han realizado a todos los hospitales, clínicas y centros médicos más importantes de la ciudad, durante los cuatro últimos años.

La ESPOL consciente de estos problemas generalizados en todo el

país, y que significan inversiones millonarias realizadas por el estado ecuatoriano y por el capital privado no están siendo utilizadas apropiadamente, y además los hospitales y clínicas han perdido su capacidad operativa, se siente en la obligación de solucionarlos para bien de todos y en especial de la comunidad, ya que ella va a ser la beneficiaria directa debido a que el nivel de atención médica será superior.

ANTECEDENTES:

Desde hace muchos años la ESPOL ha estado consciente de la necesidad de implementar programas de estudio para preparar estudiantes que sirvan directamente a la comunidad, y el programa de Ingeniería Electrónica Médica es uno de ellos.

A partir de 1987 la Facultad de Ingeniería en Electricidad comenzó a ofrecer cuatro nuevas materias en el área de la Electrónica-Médica y al mismo tiempo a interrelacionarse con los hospitales de la comunidad para detectar los problemas existentes y estudiar la posibilidad de resolverlos.

Actualmente, los Hospitales con los que se ha establecido contacto, han manifestado su necesidad de realizar convenios con la ESPOL para superar los problemas ya descritos en la justificación del proyecto.

Un trabajo similar no se ha realizado antes en Guayaquil ni en ninguna parte del país.

OBJETIVOS:

- a) Crear un organismo que provea la asesoría técnica a hospitales, clínicas y centros médicos del país.

Este centro de mantenimiento deberá ser capaz de brindar asesoría a los hospitales públicos y privados en la selección, instalación, manejo y mantenimiento de equipos electrónico-médicos.

- b) Desarrollo de un banco de datos de equipos médicos a nivel nacional

Se creará además un banco de datos con el propósito de llevar estadística y control sobre los diversos equipos médicos existentes en los hospitales del país y su estado actual de funcionamiento; se lo mantendrá actualizado, el cual además de brindar un conocimiento cabal de marcas, modelos, usos y estados funcionales, será también útil para cualquier caso de emergencia nacional.

- c) Formar personal técnico capacitado en el área de la Electrónica-Médica

Los egresados de la ESPOL en Ingeniería Electrónica verán ampliados su campo de estudio y de preparación, ya que tendrán la oportunidad de adquirir experiencias en todo lo relacionado a equipos Electrónico-Médicos debido a que ellos serán parte del personal técnico del Centro de Asesoría y Capacitación Profesional en Electrónica Médica.

- d) Entrenar a los operarios de los equipos Electrónico-Médicos.

Los tecnólogos médicos y personal paramédico destinados al manejo de los equipos serán entrenados con cursos y seminarios de corta duración sobre el buen trato y operación de los mismos. Estos cursos serán dictados por personal calificado.

- e) Recuperar la capacidad operativa de los hospitales.

La recuperación de la capacidad operativa de los hospitales está basada concretamente en la rehabilitación de equipos médicos en desuso debido a los siguientes factores:

- Discontinuidad de fabricación.
- Falta de mantenimiento preventivo y/o correctivo.
- Falta de personal técnico capacitado.
- Falta de repuestos necesarios.

A estos cuatro factores se tratará de ponerles solución completa mediante adaptación de partes y repuestos, usando el banco de datos, entrenando al personal técnico, y estableciendo contacto con los fabricantes en el extranjero, para poder conseguir los repuestos que hicieran falta.

- f) Concientizar en la comunidad médica sobre la importancia de la seguridad eléctrica de equipos médicos y en los ambientes hospitalarios.

Hacer conocer a doctores, tecnólogos médicos, enfermeras y toda persona que opere instrumentos electrónicos-médicos sobre los peligros que conllevan el conectar equipos defectuosos o que no cumplen con las normas de seguridad a pacientes ya sea en rutinas de diagnóstico o de terapia.

ENTREVISTAS A PROFESIONALES EXTRANJEROS QUE TRABAJAN EN EL AREA

Con el propósito de conocer como nos miran profesionales no politécnicos, hemos querido incluir un cuestionario de preguntas dirigido a dos profesionales extranjeros que desarrollan sus labores en el área de la Electrónica Médica.

Las entrevistas que reproducimos a continuación nos darán una idea cabal de la realidad de los politécnicos en el medio en el cual se desenvuelven.

ENTREVISTA AL ING. SILAS YOUNG

1.- Qué opina Ud. del equipamiento hospitalario en el Ecuador?

I think that the equipment is in the various hospitals here in Ecuador is adequate for the types of services that are available. In my opinion the level of maintenance and the operation of this equipment leaves much to be desired. Too many times the operators and the doctors are not fully aware how to fully utilize and properly apply the equipment to the patient. In many cases they don't fully understand all aspect of the equipment therefore limiting the service available to the patient. In most cases there are little or not operator maintenance such as cleaning or checking the equipment before use. In the same tone in most cases there is little or not preventive/corrective maintenance. In many instances I have seen disposable items being reused due to not having the correct consumables available.

2.- Considera Ud. que la demanda de especialistas en el área de Electrónica Médica está cubierta?

I don't believe there is any facilities here that is available

to have graduates that are fully qualified in the area of medical equipment maintenance or I might also add in the area of qualified operators of the same equipment.

3.- Qué opinión le merece el hecho de que exista en la ESPOL una especialización de Electrónica Médica?

I feel that the ESPOL graduates are not qualified to work in this critical area of medical equipment management without serious training from outside sources. The curriculum doesn't lend itself to especializa in this area.

4.- De su relación de trabajo con egresados de la ESPOL en el área de Electrónica Médica, qué opina Ud. de su calidad profesional?

It has been my experience that most graduates of ESPOL can not pass a basic electronic examination. Too much emphasis is placed upon themes such as programming CPU'S, production environments issues, design and not enough emphasis placed on the basic fundamentals. These fundamental the graduates can apply to any area of work that they may encounter in their future.

5.- De acuerdo a su experiencia en qué área se debe profundizar para obtener un profesional con mayor preparación conforme a la realidad de nuestro medio?

I expand somewhat on my above statements in item 4. I strongly feel that much more emphasis should be placed on fundamentals and definitely much more time spent on learning how to diagnose and logically repair any piece of equipment that may encounter. For example, can your graduates tell you what they need most if they encounter a broken piece of the equipment? Do they learn to think that without technical data, diagrams, etc., they should be attempt to repair said equipment? Do they realize that the repair is only one part of the job? How does certification of this equipment effect the patient safety? What tools and special equipment are required to properly certify equipment is within the original specifications of the manufacture? Has unauthorized modifications been made on this equipment? It has been my experience when interviewing your graduates, that in most cases they have no idea of where to start the problem solving when it comes to repairing equipment.

6.- De acuerdo a la realidad actual de nuestro país, considera Ud. que el Ecuador tiene la capacidad para producir equipos médicos y de ser afirmativa su respuesta en qué área se debe empezar?

Definitely not. The technical expertise nor the equipment does not presently exist here in Ecuador to produce medical equipment. To

the best of my knowledge there are no standards in which to apply to this area.

7.- Qué opina Ud. sobre la preparación de las Jornadas Politécnicas de Electrónica Médica?

I think that the courses at present do not properly prepare the students to face the real life work needs here in Ecuador. I also feel that a much stronger programs is needed to supply to the public sector technicians, not engineers, that can accomplish a high level of work with their minds as well as their hands. This is desperately need here in Ecuador. Your courses should allow at some point in the studies for the student to become highly specialized in his selected area. I.E. communications, computers/computer programming, plant productions maintenance/equipment, transmissions energy systems, medical equipment maintenance. These are just a few of the major categories that I mention and these can be sub-divided even into more specialized areas to meet the needs the Ecuador. Too many of the graduate engineers expect to sit and give orders when in reality they themselves are not fully qualified to make critical decisions and planning. They are poorly prepared to function in a basic management function but feel they are highly qualified. Lack of basic training and basic practical applications of the learning process is lacking in the graduate student. I think more time should be devoted in this area. Ecuador needs service engineers, not designers engineers.

ENTREVISTA AL ING. HELMUT HAENSTCHEL

1.- Qué opina Ud. del equipamiento hospitalario en el Ecuador?

El equipamiento de los hospitales que yo conozco es muy variada en cuanto a su capacidad y calidad. Pero en la mayoría de los hospitales la existencia de dicho equipamiento no prestan gran ayuda debido a la falta de mantenimiento; es por esto que muchos equipos están defectuosos o deteriorados. Para renovar los equipos en la mayoría de los hospitales del Ministerio de Salud Pública, es necesario primeramente desarrollar actividades que permitan incluso la realización de preinstalaciones.

2.- Considera Ud. que la demanda de especialistas en el área de Electrónica Médica está cubierta?

No creo.

3.- Qué opinión le merece el hecho de que exista en la ESPOL una especialización de Electrónica Médica?

La formación de especialistas de electrónica médica puede ser de gran ayuda para mejorar el mantenimiento de los equipos en hospitales.

4.- De su relación de trabajo con egresados de la ESPOL en el área de Electrónica Médica, qué opina Ud. de su calidad profesional?

Conozco solamente al Sr. Alberto Gomez, quien es el técnico más calificado en nuestra empresa INTERMED-Export-Import y trabaja en su profesión con buenos conocimientos y con iniciativa propia.

5.- De acuerdo a su experiencia en qué área se debe profundizar para obtener un profesional con mayor preparación conforme a la realidad de nuestro medio?

Se debería dar mucho énfasis en la parte práctica.

6.- De acuerdo a la realidad actual de nuestro país, considera Ud. que el Ecuador tiene la capacidad para producir equipos médicos y de ser afirmativa su respuesta en qué área se debe empezar?

Desconozco la capacidad industrial ecuatoriana.

7.- Qué opina Ud. sobre la preparación de las Jornadas Politécnicas de Electrónica Médica?

Esto sólo se puede decir después de las jornadas.

LOS CURRÍCULOS DE LOS INGENIEROS
ENTREVISTADOS SE
RESEÑAN EN LA PAG. 39

ELECTRO ESTIMULACION TRANSCUTANEA DEL NERVIIO (TENS)

Podemos estimular electrónicamente tanto nervios como músculos, aunque siempre es difícil diferenciar entre los dos, especialmente si la estimulación es TRANSCUTANEA o de un órgano terminal. Esto se debe a que la mayoría de los músculos están ricamente enervados. Generalmente se estimula primero al nervio, y ellos a su vez estimulan el músculo para que se contraiga.

Técnicamente se puede usar la estimulación eléctrica para:

- a.- Estimular nervios o espina dorsal bajo el nivel de una lesión o herida; esto a su vez causará que los músculos asociados se contraigan o que las glándulas segreguen, dependiendo del nervio o de la parte de la espina dorsal que se está estimulando.
- b.- Interferir con impulsos en nervios sensores de áreas con dolor, creando así un bloqueo nervioso.
- c.- Estimular la corteza del cerebro i/o la espina dorsal para reducir espasmos.
- d.- Causar cambios sostenidos en función de que duren, pasada la finalización de la estimulación.

La estimulación eléctrica exitosa de nervios y músculos depende en primer lugar de una apropiada selección del paciente y luego de la correcta selección de electrodos y forma de ondas.

En la selección de pacientes se debe considerar factores psicológicos y físicos.

Factores Psicológicos.- Se puede hacer una evaluación psiquiátrica antes de comenzar un programa de estimulación eléctrica, especialmente si se va a implantar un aparato. Existen tasas bajas de éxito para pacientes altamente perturbados, retrasados mentales o dependientes en sus deficiencias para atención.

La habilidad o el deseo del paciente para usar estas técnicas y también el aparato de estimulación influirán en el éxito del tratamiento.

Factores Físicos.- En general, se debe haber tratado al paciente con todos los tratamientos convencionales sin resultados exitosos, antes de considerar la implantación de un estimulador eléctrico.

Se considera que no debería elegirse a los pacientes que:

- Usen marcapasos, ya que las señales que transmiten los electrodos, pueden interferir con la actividad del marcapasos.
- Que tengan enfermedades múltiples serias.
- Que sean de alto riesgo quirúrgico.
- Que tengan infecciones activas.
- Que tengan problemas inmunológicos que los llevaría a un rechazo del implante.

Selección de electrodos.-

Se pueden usar sistemas de electrodos monopolares y bipolares. En el sistema monopolar, un electrodo normalmente brinda estimulación catódica. El electrodo indiferente usualmente anódico, se lo localiza fuera del sitio de estimulación. El sistema bipolar contiene dos electrodos situados muy juntos los mismos que brindan estimulación alterna pulsante.

Los electrodos bipolares son dos del mismo tamaño, se los localiza a lo largo del nervio a ser estimulado. Los electrodos unipolares consisten de un electrodo activo más pequeño localizado a lo largo del nervio y un electrodo pasivo más grande localizado en cualquier parte del cuerpo. Los electrodos bipolares son más comunmente usados para la estimulación sobre la piel.

Los electrodos de superficie son más usados para la estimulación eléctrica terapéutica debido a su fácil aplicación y remoción. Los electrodos de superficie requieren voltajes de 5 a 7 veces más altos que los electrodos implantados, se recomiendan superficies de por lo menos 4 cm² para prevenir irritación de la piel cuando son usados por largo tiempo.

Los electrodos percutáneos son colocados quirúrgicamente a través de la punta de una aguja hipodérmica pero siempre existe la posibilidad de que se rompa la guía del electrodo en la superficie de la piel o de provocar una infección en la interfase electrodo-piel.

Los electrodos totalmente implan-

tados bajo la piel funcionan con un receptor de radiofrecuencia. Se coloca una fuente externa sobre el receptor para transmitir la estimulación desde la fuente. La localización apropiada del implante es crítica.

Siempre que un tejido vivo es estimulado eléctricamente por un período, se pueden producir daños electro-mecánicos a ese tejido. La posibilidad de daño depende principalmente del tipo de forma de onda utilizado para estimularlo y del tipo de electrodos usados.

Nunca se debe aplicar a un tejido vivo corriente monofásica acoplada en DC. Si es necesario aplicar dicha corriente, se debe conectar el electrodo a través de un capacitor para eliminar la corriente DC.

Se puede balancear hasta dentro del 0.01% los pulsos rectangulares con un osciloscopio.

La estimulación transcutánea eléctrica de nervios (TENS), es la estimulación a través de la piel por medio de corriente eléctrica.

El estimulador analgésico es un equipo que produce una neutralización de la sensación de dolor por estimulación eléctrica. Este método es de fácil manejo y no necesita de intervención quirúrgica, por lo tanto puede ser realizada por el mismo paciente en casa, previo a una instrucción correspondiente.

Como ventaja podemos mencionar que este metodo no provoca efectos secundarios como dependencia, úlcera gástrica, hemopatía, etc. No es necesario recurrir a intervenciones qui-

ríngicas que implican separación u obstrucción de nervios. El equipo es pequeño y de fácil manejo, trabaja a baterías y los resultados son comparables a aquellos obtenidos de equipos más grandes.

El TENS presenta las siguientes características:

Es un generador de pulsos en el que pueden variar el ancho del pulso, la intensidad y la frecuencia, con valores típicos de corriente entre 0 y 50 miliamperios; con anchos de pulso entre 50 y 250 microsegundos y frecuencias entre 10 y 150 Hz. Los pulsos son entregados por electrodos de superficie los mismos que son ajustados a la piel con adhesivos.

DESCRIPCION DEL CIRCUITO UTILIZADO

El circuito se alimenta con 4 pilas de 1.5 voltios cada una. Se desarrolla un sistema para controlar las pilas.

La tensión requerida para generar la amplitud en los impulsos (50V.) es mayor que la de las pilas, por lo tanto se usa un transformador de corriente continua controlado por un 555 (TIMER).

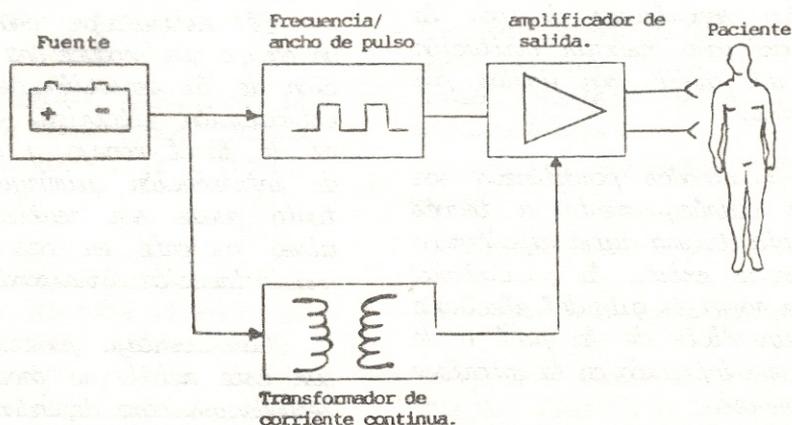
Los parámetros de tiempo, frecuencia y ancho de impulso requeridos son generados por un multivibrador astable y otro monostable respectivamente, los mismos que se construyen también con 555.

Ambos parámetros deben de poder controlarse desde el exterior por el operador.

El amplificador de salida consiste de un acoplador de impedancias entre las señales antes mencionadas para los parámetros de tiempo y los transistores de salida conectados en configuración Darlington.

La intensidad de la señal de salida al paciente se la regula también externamente por el operador.

DIAGRAMA DE BLOQUES



GENERADOR DE ONDAS ALFA

INTRODUCCION

El propósito de este artículo es, conjuntamente con el dispositivo implementado, utilizar ondas tipo alfa (entre 8 y 13 ciclos por segundo y solo en ese rango) como un método de relajación y disminución del stress y la tensión nerviosa en pacientes.

Este es un método de relajación similar al usado en pacientes que son colocados en ambientes con paredes de un color determinado, induciendo al individuo a un estado de relax o calma.

ONDAS CEREBRALES

Los registros eléctricos de la superficie del cerebro manifiestan una actividad eléctrica continua del encéfalo. Las ondulaciones de los trazos eléctricos mencionados se llaman ondas cerebrales y el registro completo constituye un electroencefalograma.

Las frecuencias de estas ondas varían de una en varios segundos hasta 50 o más por segundo. Las características de estas ondas dependen estrechamente del grado de actividad de la corteza cerebral, y las ondas difieren considerablemente según haya vigilia o sueño.

Las ondas cerebrales se las clasifica según su rango de frecuencia y se caracterizan por presentarse en una actividad específica o situación emocional determinada del sujeto

observado. Se las clasifica en ondas alfa, beta, theta y delta.

Las ondas alfa son ondas rítmicas cuya frecuencia varía entre 8 y 13 ciclos por segundo; las hay en todos los electroencefalogramas de casi todos los sujetos normales que se encuentran despiertos, con actividad cerebral moderada.

Las ondas beta tienen una frecuencia mayor de 14 ciclos por segundo, hasta 25 y a veces 50 por segundo. Pueden dividirse en dos grupos principales, beta I y beta II. Las ondas beta I tienen una frecuencia más o menos el doble que la de las ondas alfa y se modifican en forma muy parecida cuando hay actividad mental moderada, o sea que desaparecen; por el contrario las ondas beta II aparecen cuando hay actividad mental intensa o tensión nerviosa.

Las ondas theta tienen una frecuencia entre 4 y 7 ciclos por segundo, manifiestan tensión nerviosa, frustración y decepción en adultos, aunque también se presentan en diversos trastornos del cerebro.

Las ondas delta corresponden a todas aquellas oscilaciones cuya frecuencia se encuentre por debajo de 3.5 ciclos por segundo; se presentan durante el sueño profundo, en la infancia y en las enfermedades orgánicas del cerebro.

MECANISMOS ACTIVOS PARA CAUSAR EL SUEÑO.-

En condiciones adecuadas, la estimulación eléctrica de diversas zonas del cerebro puede causar el sueño. Tres de las áreas más importantes para lograrlo son las siguientes:

- 1.- Un área a nivel de la porción rostral de los haces solitarios del tallo cerebral, o cerca de los mismos, localizados bilateralmente en la protuberancia.
- 2.- Algunas zonas de los núcleos difusos del tálamo.
- 3.- La región basal del cerebro anterior, entre el hipotálamo y las zonas supraorbitarias de los lóbulos frontales.

Una vez realizado el estudio de estas zonas se verificó la relación que existe entre éstas y los sentidos usados para estimular el cerebro con el dispositivo relajador implantado, estos sentidos son: visión y audición.

La estimulación de estas regiones con frecuencia entre 8 y 13 ciclos por segundo (se experimentó y se logró mejores resultados con una frecuencia de 10 ciclos por segundo en las pruebas realizadas) es particularmente adecuada para provocar sueño, mientras que la estimulación con otras frecuencias produce en algunos casos un efecto inverso.

DETALLES DEL DISPOSITIVO RELAJADOR RELAX-I

Consta de:

- 1.- Un circuito oscilador trabajando en el modo dos tonos, con un tono de fondo variable entre 140 y 1500 Hz., el cual es modulado con una onda cuya frecuencia se encuentra en el rango de las ondas alfa (8 - 13 Hz.).
- 2.- Un par de audífonos para inducir el relajamiento en el paciente por vía auditiva.
- 3.- Unas gafas oscuras con un indicador luminoso de color verde para cada ojo; estos indicadores son intermitentes a la frecuencia de las ondas alfa.

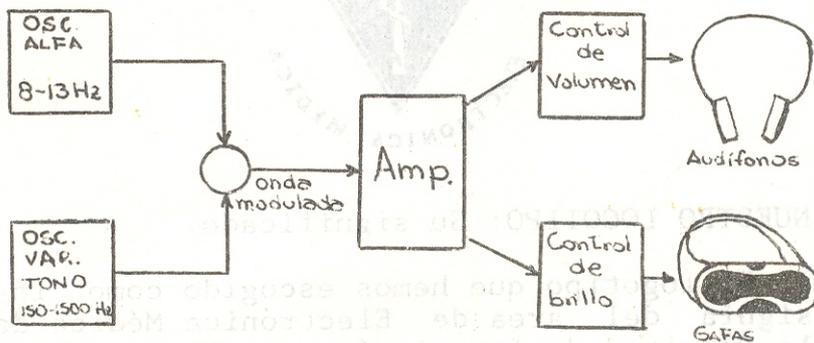
Se escogió el color verde por dos razones principales: este color lleva el mayor contenido de energía y además el ojo humano se adapta más fácilmente a este color que al rojo o al azul.

Posee un control de tono variable entre 140 y 1500 ciclos por segundos, dando un amplio rango para buscar el tono más agradable según el paciente. El control de intensidad de luz permite graduar el brillo de los LEDs en las gafas; del mismo modo que el control del volumen permite el ajuste de los audífonos a un adecuado nivel de sonido.

Este dispositivo busca la relajación del individuo que la utiliza, no el sueño, un prolongado uso de

aparato puede llevar al sueño pero, ese no es el propósito que se buscó al construir el RELAX-1.

DIAGRAMA DE BLOQUES



BREVE CURRICULUM DE LOS ENTREVISTADOS

Nombre: HELMUT HAENTZSCHEL.
 Edad: 53 años.
 Estudios realizados: Escuela de Ingeniería en Electricidad de DRESDE
 Título: Ingeniero.
 Experiencia: Organización y Gerencia del Mantenimiento de Equipos Médicos: 12 años.
 Función actual: GERENTE TECNICO DE INTERMEDIA EXPORT-IMPORT.

Nombre: Silas Young
 Edad: 55 años.
 Estudios realizados: Ha asistido a demasiados seminarios para enumerarlos.
 Título: Ingeniero.
 Experiencia: Mantenimiento, supervisión, planificación de repuestos, análisis financiero, entrenamiento para varias compañías en EEUU.

Función actual: GERENTE GENERAL DE E.O.A. SERVICIOS S A



NUESTRO LOGOTIPO: Su significado.

El logotipo que hemos escogido como insignia del área de Electrónica Médica de la Facultad de Ingeniería en Electricidad está basado en tres símbolos:

- 1.- El triángulo exterior representa el triángulo de Einthoven. Willen Einthoven es considerado el padre de la electrocardiografía debido a sus importantes contribuciones científicas para la medición de los biopotenciales del corazón.
- 2.- La flecha central es el símbolo de la corriente eléctrica. Este símbolo es utilizado para representar a la ingeniería eléctrica.
- 3.- La serpiente que está alrededor de la flecha muestra la interacción entre la Electricidad y la Medicina. Esta figura es una modificación del símbolo de Esculapio. Esculapio es el Dios Romano de las curaciones. El símbolo de Esculapio consta de una serpiente en un asta.

La unión de estos tres símbolos da como resultado nuestro logotipo, el cual expresa que gracias a la contribución de Einthoven, cuyo triángulo representa uno de los primeros nexos entre la Medicina y la Electricidad, la medicina actual avanza junto con el desarrollo de la electrónica.

CONTENIDO

ARTICULO	PAGINA
Editorial	1
Gratitud y Reconocimiento al Decano de la Facultad	3
Mensaje del Rector	4
Programa de las I Jornadas en Electrónica Médica	5
Importancia del Laboratorio de Electrónica Médica	6
Promociones Anteriores de Tópico de Ingeniería en Electrónica Médica	9
Otros Graduados en esta área	15
Cuarta Promoción	20
Participación de la ESPOL en eventos científicos	22
La Electrónica Médica en la actualidad	26
Equipamiento Hospitalario en la región	27
Proyecto: Creación de Centro de Asesoría y Capacitación en Electrónica Médica	29
Entrevista a profesionales extranjeros que trabajan en el área.....	31
Electro-Estimulación Transcutánea del nervio (TENS).....	34
Generador de Ondas Alfa.....	37
Curriculum de los profesionales entrevistados.....	39
Nuestro Logotipo: Su significado	40

EIR1.3