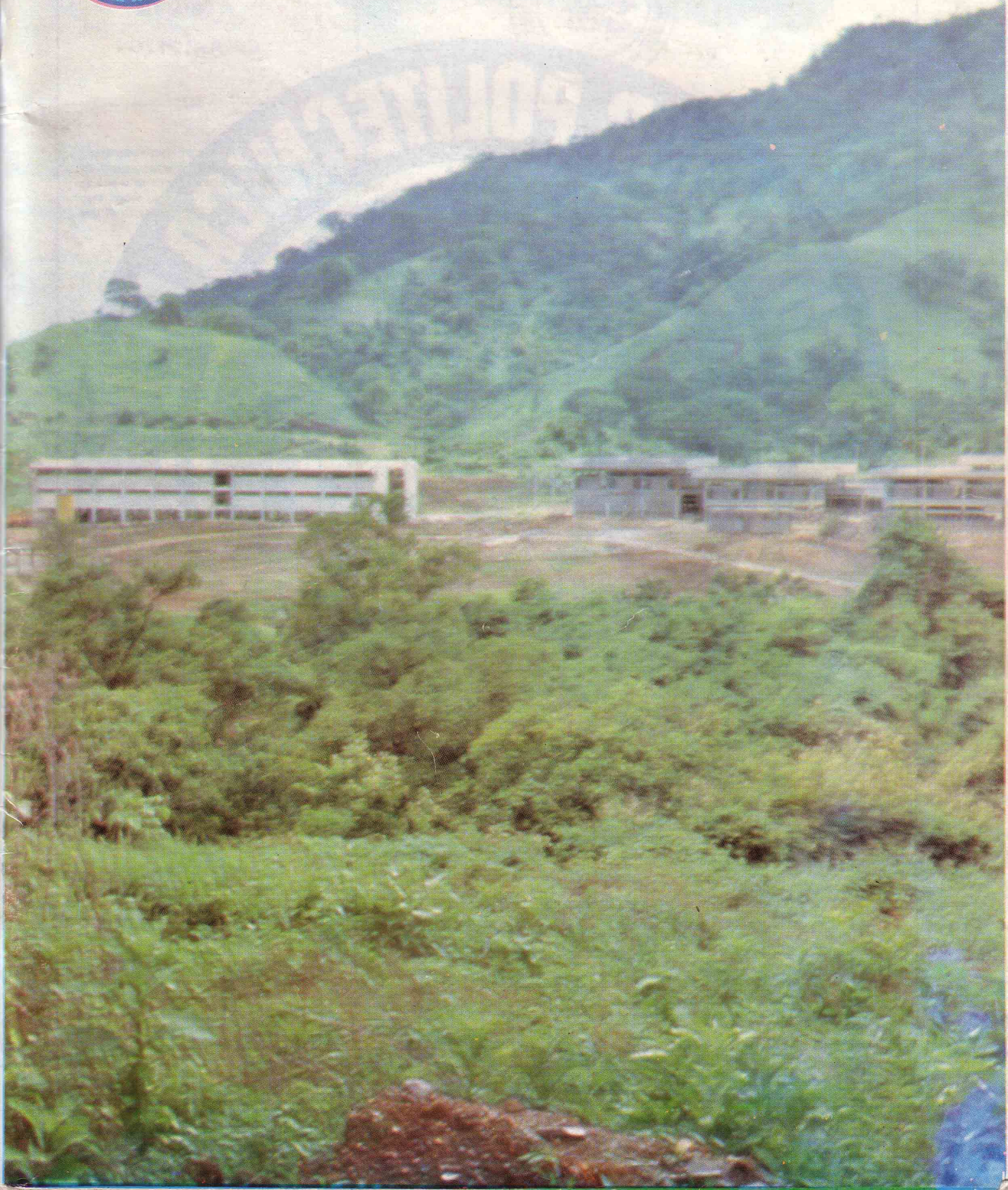




POLIGIARA '88



**REVISTA
POLIGIRA 88**



Expresamos nuestro profundo agradecimiento a todas aquellas personas que de una u otra manera han contribuido para hacer posible la publicación de esta Revista.



DIRECTIVA

**MARCELO MERA V.
PRESIDENTE**

**ENRIQUE PELAEZ
VICE PRESIDENTE**

**LUIS ORDEÑANA
TESORERO**

**MARIO IVAN MORENO
SECRETARIO**



**DIRECTOR DE LA REVISTA
JUAN ARAUZ E.**



**DIRECTOR DE ARTE
PASTOR QUIMIS Y.**



INDICE

EDITORIAL	2
ARTICULOS :	
PROFESOR POLITECNICO EN LA LID ELECTORAL	3
LA REFRIGERACION DEL CAMARON EN EL PAIS	7
Por. Ing. Angel Vargas	
LA BIONICA Y EL FUTURO	15
Por . Ing. Miguel Yapur	
REEMPLAZO DE LECHE DESCREMADA Y AZUCAR EN EL HELADO; POR SUERO HIDROLIZADO DESMINERALIZADO	19
EL OZONO Y LOS CLOROFLUORCARBONO.....	25
Por José A.; Delgado	
COMO SELECCIONAR EL TIPO DE FILTROS PARA SISTEMAS DE AIRE ACONDICIONADO	31
Por Ing. Manuel Chalén	
SISTEMA OPERATIVO XENIX	38
EL DESARROLLO TECNOLOGICO DEL MARCAPASOS Y SU IMPORTANCIA.....	53
Por . Ing. Miguel Yapur	
PROBLEMAS MAS COMUNES EN CIRCUITOS OLEOHIDRAULICOS	63
Por Ing. Carlos Muñoz	
STRAIN GAGE DE RESISTENCIA CONSIDERANDO SENSITIVIDAD TRANSVERSAL	68
Por Pastor Quimis	
SISTEMAS INTEGRADOS DE VOZ Y DATOS	74
Por. Ing. Jaime Puente Pérez	
CONTROL DIRECTO DIGITAL DE PROCESO	80

LA BIONICA Y EL FUTURO

Por Ing. Miguel Yapur Auad

Introducción

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

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

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

1.- CONCEPTOS FUNDAMENTALES

Se llama minusválido al ser que tiene una deficiencia anatómica, fisiológica ó mental y que le restringe su desenvolvimiento normal(1). Nuestra principal tarea como seres humanos, es ayudar a los minusválidos a que lleven una vida útil.

Existen varias técnicas por medio de las cuales las personas minusválidas pueden ser rehabilitadas, y una de ellas es la "biónica". La biónica es una ciencia interdisciplinaria que trata sobre la construcción de sistemas artificiales con algunas de las características de los sistemas vivos.(2).

Muchas personas pueden ser consideradas diferencialmente como minusválidas en cualquier época de sus vidas. Ellas pueden nacer imposibilitadas, pueden quedar incapacitados a medida que envejecen, ó después de sufrir accidentes(3). La incapacidad es un tema que nos provee puntos de referencia de la capacidad funcional, y de acuerdo con esto, las incapacidades se clasifican como sigue (4):

- malformación ó ausencia de una parte del cuerpo.
- pérdida posterior de una parte del cuerpo,
- ausencia de reacción espontánea a eventos en el ambiente, y
- ausencia de recuperación espontánea después de un daño inicial.

La forma en que la incapacidad de una persona pudiera resultar minimizada ó eliminada es a través de la rehabilitación. La palabra rehabilitación no significa únicamente un tratamiento en un departamento físico ó consultorio aislado; es necesario combinar el tratamiento con encuentros periódicos entre los pacientes y los médicos, de tal forma que el conocimiento médico y la experiencia pudieran ser intercambiados. (5).

La rehabilitación aplicada a personas minusválidas se la puede dividir en dos importantes áreas (6):

- Interna: . desarrollo de órganos artificiales, y . transplantes.
- Externa: . desarrollo de prótesis, y . transplantes.

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

2.- LA BIONICA COMO UNA TECNICA DE REHABILITACION

El diseño y la construcción de prótesis y de órganos internos artificiales no fueron realizados inicialmente para que reemplacen exactamente a la parte natural; el hecho de importancia es que debia reemplazar exactamente la función que ésta hacía (7). Ejemplos típicos de lo dicho son la silla de ruedas, la máquina de diálisis (el riñón artificial), el pulmón artificial, etc, donde todos ellos cumplen la función que la parte natural hacía, aunque la parte externa, su apariencia física, es totalmente diferente a la de la natural.

El estudio de los organismos vivos como prototipos para dispositivos hechos por el hombre, incrementó la necesidad de resolver las limitaciones mecánicas de las máquinas. El hombre ha aprendido como desarrollar y simplificar sistemas similares, y la Electrónica es la ciencia utilizada para llevar a cabo esta tarea (8). Hoy en día, la microelectrónica está siendo completamente desarrollada, y usando esta tecnología en la construcción de partes humanas artificiales, será posible en un futuro cercano diseñar y construir aquellas partes con las mismas dimensiones que los originales.

La biónica puede ser comparada con la cibernética, ya que ambos usan modelos de sistemas vivos; la bionica para encontrar nuevas ideas que se apliquen a sistemas y máquinas artificiales útiles, y la cibernética para buscar la explicación del comportamiento de los seres vivos (9). La ciencia híbrida de la biónica proviene de las palabras Biología y Electrónica (10).

La biónica es principalmente utilizada en el estudio de los órganos receptores de extrema sensibilidad, como son los ojos, las orejas; en la recuperación de la capacidad del sistema nervioso central y en el cerebro. También se la utiliza en el estudio de las extremidades articuladas (11).

3.- CONSTRUCCION DE PARTES ARTIFICIALES DEL CUERPO HUMANO

El diseño de extremidades artificiales es un campo extenso, y sus principales aspectos están basados en el uso de motores y circuitos electrónicos de control, los cuales simulan las tareas que las extremidades naturales son capaces de hacer (12). Actualmente, uno de los grandes logros es el desarrollo de un sistema protético de extremidad superior, llamado el brazo de Utah, el cual consiste de una serie de módulos para ser usados por personas con amputaciones desde la muñeca hasta el comienzo del antebrazo (13). Las funciones que es capaz de realizar reemplazan casi exactamente las del miembro amputado.

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

En lo referente al hígado y al riñón, el diseño de órganos artificiales que reemplacen sus funciones todavía no está optimizado; existen problemas en la compatibilidad biológica, en la fijación y uso continuo debido al tamaño, el control y adquisición de señales, y especialmente en la transferencia de sustancias químicas (14).

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

El pulmón artificial sólo no existe; el dispositivo que se ha diseñado y se usa actualmente es la máquina corazón-pulmón; este dispositivo extracorporal, consiste de varias bombas y un oxigenador e intercambiador de calor. Cuando éste bombea sangre, es crucial el prevenir la destrucción de los glóbulos rojos y blancos; por tal motivo las máquinas corazón-pulmón usan bombas peristálticas. Este tipo de bombas tiene rodillos sobre un brazo que rota, el cual oprime un tubo plástico en el que se encuentra la sangre, forzándola de esta manera a que se mueva en la dirección del movimiento de los rodillos; estas bombas producen un flujo que se asemeja a los patrones de flujo sanguíneo que genera el corazón natural (15). El uso primordial de esta máquina es en trasplante de corazón y en operaciones de corazón abierto.

Quizás, el sistema más difícil de reemplazar es el nervioso y también el cerebro. El cerebro gobierna los movimientos y acciones de la persona; está conectado a todos los sistemas sensoriales, y ésta es la tarea más difícil de reemplazar. Un reemplazo aproximado del cerebro es una computadora; y, aunque las computadoras han alcanzado un alto nivel de desarrollo en el uso especial de la información en circunstancias cambiantes, éstas no pueden igualar la evaluación alternativa de los cursos de acción que muestran los seres humanos. El elemento importante en la acción humana es el reconocimiento de patrones, el cual está basado en procesos de aprendizaje, ya que cada situación en alguna forma se parece a otra situación experimentada anteriormente. Las computadoras no han logrado todavía alcanzar este nivel (16).

4.- IMPLICACIONES FUTURAS

Si todas las partes artificiales del cuerpo humano que fueron mencionadas anteriormente, llegaren a alcanzar un nivel técnico superior al de las naturales, las personas que vayan a usarlas tendrían capacidades superiores a las de los

humanos ordinarios y esto traería como consecuencias la rivalidad y por qué no decirlo, la creación de dos diferentes tipos de hombres: los ordinarios y los artificiales.

CONCLUSIONES

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

BIBLIOGRAFIA

- (1) Jack M. Gootzeit, *The Multihandicapped: Serving the Severe Disabled* (New York: Irvington Publishers, 1981), p. 6.
- (2) Frank George, *Machine Takeover* (Oxford: Pergamon Press, 1977), p. 16.
- (3) Gootzeit, p. 8.
- (4) Gootzeit, p. 4-5.
- (5) James H. Aylor, "Microcomputing to Aid the Handicapped", *IEEE Micro*, June 1983, p. 12-16.
- (6) Aylor, p. 15-21.
- (7) Daniel S. Malacy *Cyborg: Evolution of the Superman* (New York: Harper & Row Publishers, 1965), p. 75-78.
- (8) Milton A. Rothman, *The Cybernetic Revolution* (London: International Library, 1972), p. 81-90.
- (9) H. L. Destreicher, *Bionics Symposium: Cybernetics Problems in Bionics* (New York: Wiley, 1966), p. 42.
- (10) "Bionics", *Encyclopedia Britanica* (1985), 2. p. 225-226

EL DESARROLLO TECNOLÓGICO DEL MARCAPASOS Y SU IMPORTANCIA

INTRODUCCION

El marcapasos cardíaco artificial, llamado simplemente **marcapasos**, reemplaza al sistema fisiológico eléctrico del corazón, o lo completa, para que éste inicie y controle las contracciones cardíacas. Si el marcapasos natural del corazón falla, o si la conducción normal de impulsos eléctricos en el corazón no opera apropiadamente, un estímulo externo aplicado en el lugar específico del mismo y a intervalos convenientes, le puede restaurar sus funciones normales.

El diseño y la construcción de los marcapasos artificiales está gobernado por el alto objetivo de confiabilidad, para la aplicación segura y precisa de impulsos eléctricos al corazón cuando sean requeridos.

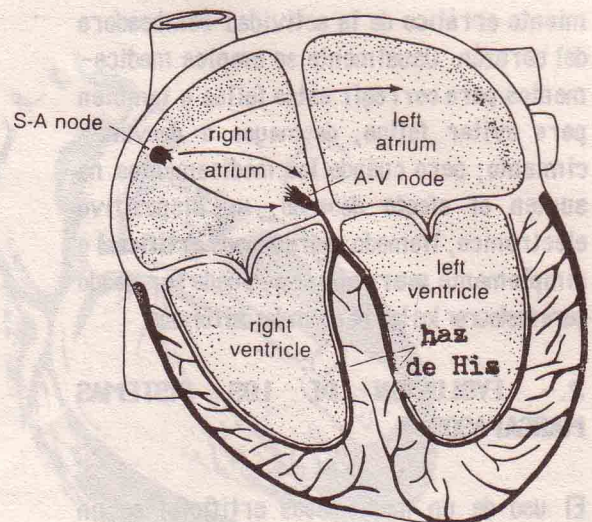
1.- ACTIVIDAD ELECTRICA DEL CORAZON

El corazón está constituido por tejido muscular organizado en cuatro cámaras. Estas cámaras tienen cuatro válvulas de un sólo sentido para separar las cámaras y los vasos sanguíneos que sacan la sangre de él. Las válvulas permiten el desarrollo de diferentes presiones dentro del corazón, para ayudar a que la sangre sea bombeada. Las dos cámaras superiores del corazón se llaman aurículas o atrios, y reciben sangre de los pulmones (a la aurícula izquierda) o del cuerpo (a la aurícula derecha); la función primordial de las aurículas es maximizar el llenado de los ventrículos (cámaras inferiores) con sangre, para que ésta sea expulsada fuera del corazón. El ventrículo derecho envía la sangre a los pulmones para que allí se oxigene, mientras que el ventrículo izquierdo envía la sangre oxigenada al cuerpo a través de la arteria aorta.

Para que funcione eficientemente la acción bombeadora del corazón, debe existir una coordinación apropiada. Esta coordinación es efectuada por grupos especializados de células cardíacas, que generan y conducen impulsos eléctricos (1).

La actividad eléctrica en el corazón normal comienza con un voltaje, generado en forma espontánea por un grupo de células excitables, localizadas en la parte superior del atrio derecho; este grupo es llamado **nodo sino-atrial**, más conocido como **nodo S-A**. La figura 1 permite visualizar la ubicación de este nodo y los demás componentes del sistema de conducción eléctrica en el corazón.

Fig. 1.-El corazón humano



El impulso eléctrico, generado en frecuencias que van desde 60 hasta 100 latidos por minuto (bpm), en un corazón normal en reposo, se disemina a través de las aurículas y produce la contracción de la musculatura atrial y, por consiguiente, el bombeo de sangre hacia los ventrículos. El impulso eléctrico alcanza a otro grupo de células

especializadas, conocido como **nodo atrio-ventricular (nodo A-V)**, que produce un ligero retardo de la señal eléctrica. Este retardo es esencial para permitir que los ventrículos se llenen completamente con sangre que vienen de las aurículas, antes de contraerse para bombearla fuera del corazón. El nodo A-V permite que, con este retardo, la contracción auricular ocurra antes de la ventricular, ya que el elemento mecánico de la contracción de la musculatura atrial es más lento que la conducción eléctrica. Después, el impulso eléctrico pasa a los ventrículos a través de un camino especial llamado **haz de His**, y finalmente es dispersado en la musculatura ventricular mediante las **fibras de Purkinje**, produciéndose de esta manera la contracción de los ventrículos y el bombeo de sangre hacia el cuerpo y los pulmones.

Ocasionalmente, el marcapasos natural del corazón (nodo S-A), no opera apropiadamente, y los impulsos eléctricos son generados en forma irregular, ya sea muy lenta o muy rápidamente. Así mismo, los impulsos pueden ser bloqueados en su trayectoria de conducción, resultando en un funcionamiento errático de la actividad bombeara del corazón. Usualmente se emplea medicamentos para corregir estas fallas y también para evitar fatiga, desmayos o desvanecimiento; pero cuando los medicamentos no surten el efecto deseado, un dispositivo electrónico, llamado **marcapasos artificial** o simplemente **marcapasos**, puede ser usado para restaurar los latidos normales del corazón.

2.- EVOLUCION DE LOS SISTEMAS MARCAPASOS

El uso de un marcapasos artificial es un método importante para controlar varias arritmias cardíacas (ausencia de ritmo cardíaco). No solamente sirve para prolongar la vida humana, sino que mejora su calidad en forma significativa. Las principales etapas de la evolución de los marcapasos puede ser resumidas como sigue (2):

1872 Duchenne de Boulogne hace el primer intento de resucitación cardíaca en un niño, aplicando a su corazón electroestimulos externos.

1932 Hyman establece las bases experimentales para el desarrollo del primer marcapasos artificial.

1952 Zoll realiza en forma exitosa la primera estimulación cardíaca utilizando electrodos externos.

1959 Senning y Elmqvist desarrollan el primer marcapasos totalmente implantable.

1965 Rodewald detecta la actividad eléctrica arterial usando un electrodo, y esta idea es utilizada por Lendberg en el desarrollo del marcapasos de demanda.

En los siguientes 22 años, la electroestimulación del corazón es desarrollada rápidamente como resultado de los adelantos tecnológicos en los circuitos electrónicos, baterías y electrodos.

3.- COMPONENTES BASICOS DE UN MARCAPASOS

Un sistema marcapasos básico consta de tres elementos (3):

A) Generador de pulsos: Este puede ser externo o implantable, y en ambos casos consiste de una fuente de poder y un circuito electrónico. La unidad externa se la coloca fuera del cuerpo y su uso es temporal, mientras que la unidad implantable, que es construida con un metal especial o con un polímero para evitar el rechazo por parte del cuerpo, es para ser usada en períodos de tiempo más bien largos o de carácter permanente. La figura 2 permite ver la colocación de una unidad implantable.

A- 1) La **fuente de poder** es normalmente una pequeña batería, que debe ser capaz de trabajar en forma confiable por un período de tiempo bastante largo.

A-2) El **circuito electrónico** consiste de:

a) **Oscilador**: es el que realiza las operaciones de tiempo básicas y controla la frecuencia de la estimulación cardíaca.

b) **Circuito de salida**: entrega energía al corazón a través de un electrodo y aísla al oscilador de interferencias externas, protegiendo de esta manera al paciente de ruidos eléctricos externos. Este circuito también contiene una etapa formadora de onda.

c) **Amplificador sensor**: es el elemento de control, ya que él recibe señales eléctricas desde el corazón.

B) **Sistema de conexión**: Este es el sistema que permite al propio marcapasos comunicarse con el corazón. Está formado por dos diferentes componentes, el cuerpo y el electrodo.

B-1) El **cuerpo** consiste de un conductor eléctrico y su respectivo aislamiento.

B-2) El **electrodo** es la interfase entre el

marcapasos y el corazón. Este va conectado en la punta del cuerpo y es construido generalmente de platino. Los electrodos pueden ser anclados o cosidos al músculo cardíaco externamente, o pueden ser insertados a través una vena directamente al interior de una de las cámaras del corazón.

C) El **corazón mismo**.

4.- DISEÑO DEL SISTEMA MARCAPASOS

4.1.- Circuitos electrónicos.

A) **Asíncrono**: Este fue el primer marcapasos desarrollado, y consistía de un generador de pulsos seguido de un amplificador; este diseño es aún utilizado para pacientes con un bloqueo total entre aurículas y ventrículos, ya que su propósito es el de proveer un tren de estímulos eléctricos a los ventrículos, a frecuencia fija.

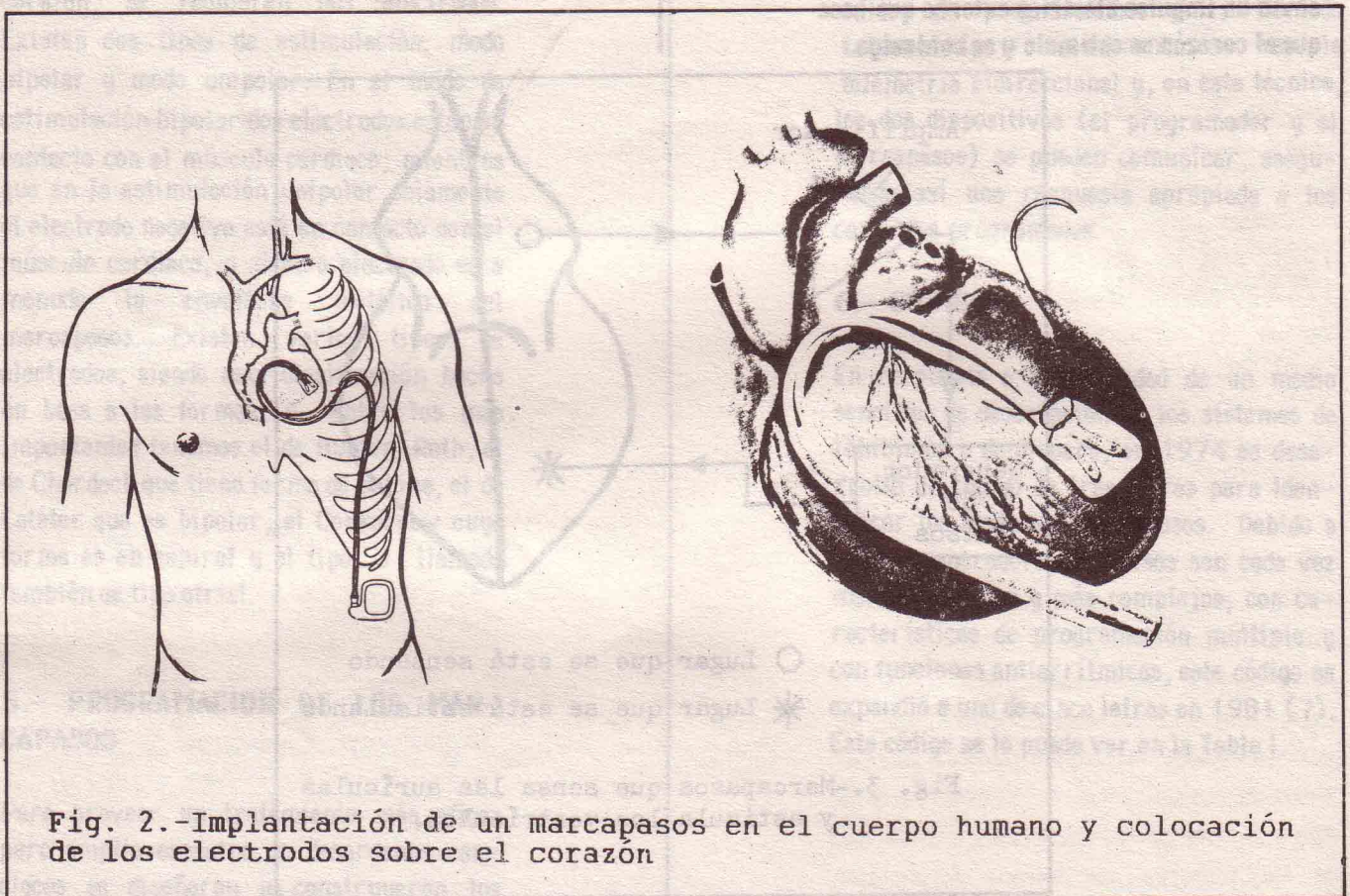


Fig. 2.-Implantación de un marcapasos en el cuerpo humano y colocación de los electrodos sobre el corazón

B) **De demanda:** Muchos pacientes muestran períodos de actividad cardíaca espontánea durante la cual el marcapasos artificial puede ser inapropiado; en este caso, el marcapasos asíncrono puede competir con los ritmos espontáneos del corazón. Para solucionar este problema de competición se diseñó el marcapasos de demanda, el cual produce los impulsos eléctricos a una frecuencia prefijada. La actividad eléctrica de los ventrículos es sensada por el amplificador y la salida del oscilador se modifica entonces de dos maneras:

a) **Modo de inhibición:** Cuando la frecuencia de ocurrencia de los estímulos intrínsecos del corazón es mayor que la frecuencia prefijada del marcapasos, éste no produce ningún estímulo externo.

b) **Modo de disparo:** Cuando la actividad eléctrica natural del corazón tiene una frecuencia de ocurrencia de estímulos por debajo de la frecuencia prefijada del marcapasos, éste es instruido para que envíe un impulso eléctrico externo que hace que el corazón se estimule y se contraiga.

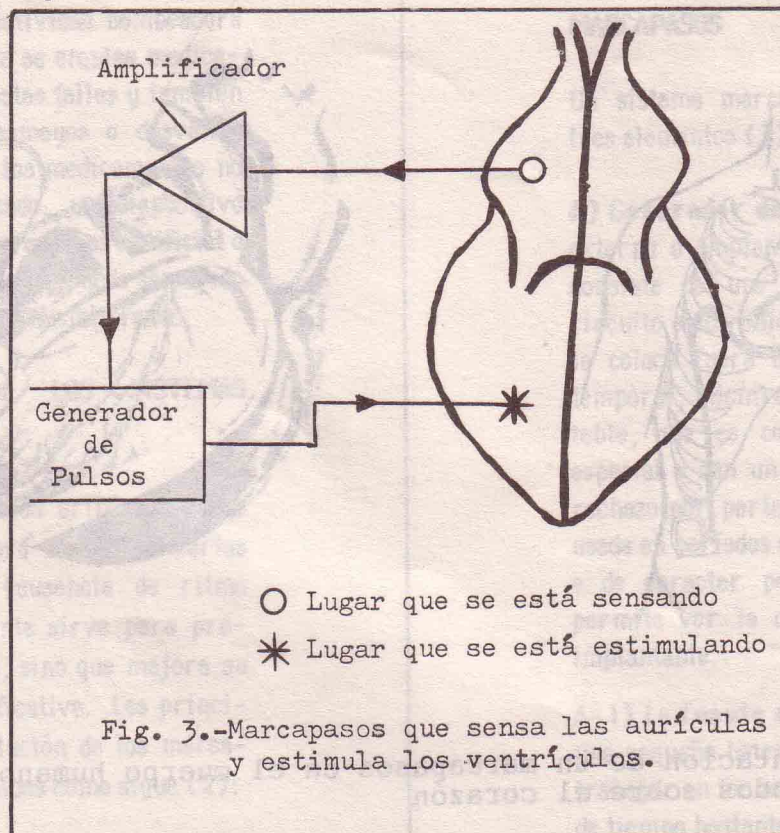
C) **Atrial:** La actividad eléctrica de las aurículas es sensada por un electrodo, y después de un retardo similar al tiempo de conducción del nodo A-b un estímulo externo es entregado a los ventrículos. La función de este marcapasos puede ser visualizada en la figura 3.

D) **Biológica:** Una señal biológica tal como el grado de acidez (pH) o temperatura sanguínea es utilizada para producir los estímulos externos.

Estos cuatro diseños pueden ser combinados para proveer una amplia variedad de circuitos marcapasos.

4.2.- Fuentes de Poder:

En los marcapasos externos es posible la operación de una fuente de poder alimentada de la línea, mientras que en las unidades implantables, es necesaria una fuente interna de energía eléctrica o una batería. Entre los tipos de baterías utilizadas por los marcapasos, existen dos importantes: químicas y nucleares.



A) Baterías químicas: Los primeros marcapasos eran alimentados por baterías de mercurio-zinc, que proveían a los marcapasos una vida útil de dos a cuatro años. Las baterías de litio-yodo fueron diseñadas posteriormente y actualmente son utilizadas ya que tienen una vida útil de hasta 15 años.

B) Baterías nucleares: Las celdas de energía nuclear ofrecen posibilidades únicas para el uso del marcapasos de largo tiempo de implantación; sin embargo, son demasiado caras y debido a que usan elementos radioactivos, pueden presentar cierto peligro para el paciente. Existen dos tipos de celdas nucleares: la celda termoeléctrica de plutonio y la celda betavoltaica. Estas baterías no son permitidas en los Estados Unidos (4).

4.3.- Electrodo

Para entregar el estímulo externo al corazón, se requieren dos electrodos. Existen dos tipos de estimulación: modo bipolar y modo unipolar. En el modo de estimulación bipolar dos electrodos están en contacto con el músculo cardíaco; mientras que en la estimulación unipolar solamente el electrodo negativo está en contacto con el músculo cardíaco, y el otro electrodo es a menudo la envoltura metálica del marcapasos. Existen varios tipos de electrodos, siendo esta clasificación hecha en base a las formas, y entre los más importantes tenemos el de Hunter-Roth, el de Chardack que tiene forma de bobina, el de Catéter que es bipolar, el Corkscrew cuya forma es en espiral y el tipo J llamado también de tipo atrial.

5.- PROGRAMACION DE LOS MARCAPASOS

Para proveer un tratamiento más eficaz para amplio espectro de desordenes cardíacos se diseñaron y construyeron los

marcapasos programables. Los parámetros que se suelen programar externamente son: amplitud del pulso de estimulación, frecuencia de los pulsos, conversión de bipolar a unipolar y conversión de modo de inhibición a modo de disparo.

El primer método utilizado para programar externamente a un marcapasos ya implantado, consistía en la inserción transcutánea de una aguja de cirugía, la cual hacía rotar la graduación de un potenciómetro (5). Más tarde, se utilizó un magneto para hacer rotar el potenciómetro del marcapasos, el cual a su vez tenía otro pequeño magneto. También se desarrolló la técnica de programación mediante el envío de ondas electro-magnéticas (6), y así mismo se desarrolló la transmisión de ondas de radio frecuencias pulsantes, que son las más utilizadas hoy en día.

El avance de la tecnología ha permitido el diseño de marcapasos que se pueden comunicar con el mundo externo; este enlace de comunicación es de dirección opuesta al enlace de programación y es llamado **telemetría**. Actualmente se usa la telemetría bidireccional y, en esta técnica, los dos dispositivos (el programador y el marcapasos) se pueden comunicar, asegurando así una respuesta apropiada a los comandos programados.

6.- CODIGOS

En respuesta a la necesidad de un medio sencillos de descripción de los sistemas de inhibición o de disparo, en 1974 se desarrolló un código de tres letras para identificar los modos de marcapasos. Debido a que los generadores de pulsos son cada vez más sofisticados y más complejos, con características de programación múltiple y con funciones antiarrítmicas, este código se expandió a uno de cinco letras en 1981 (7). Este código se lo puede ver en la Tabla I.

TABLA I

Posición:	I	II	III	IV	V
Categoría:	cámaras estimuladas	cámaras sensadas	modo de respuestas	funciones programables	funciones especiales
Letras usadas:	V A D	V A D O	T I D O R	P M O	B N S E

Significado:

- V= ventrículo
- A= aurícula
- D= ambos
- O= ninguno
- T= disparo
- I= inhibición
- R= opuesto
- P= frecuencia y amplitud programables
- M= multiprogramable
- B= rafágas
- N= asíncrono
- S= exploración
- E= externo

7.- GENERADORES DE MARCAPASOS

Durante los últimos quince años se ha producido un incremento en la implantación de marcapasos, y esta tendencia continuará en los años venideros (8). En 1981, sólo en los EEUU, se realizaron 115.000 nuevos implantes (9). Al mismo tiempo, el reemplazo de marcapasos ya implantados se ha reducido en más de un 30%; este hecho es coincidente con el cambio hacia el uso de fuentes de poder de litio (10).

Los marcapasos actuales son más complejos, versátiles y sofisticados y, lógicamente, de precio más elevado. Sin embargo, para poder analizar sus características, evaluarlas y criticarlas, es posible tomar como ejemplo un marcapasos de cualquier marca. En la Tabla II hay una lista de las características de uno de los mejores marcapasos disponibles

actualmente: el **Gemini Theta**, de la marca CORDIS. Este dispositivo es automática, ya que puede prevenir un bloqueo atrial. Está garantizado para trabajar confiablemente por 10 años, emplea baterías de litio y es programable. La Tabla II permite ver todas las modalidades que pueden obtenerse con la programación. Está protegido contra las interferencias electromagnéticas y es controlado por un microcomputador. Puede ser usado para diversas enfermedades del corazón en las que se requiera un marcapasos, y los diferentes códigos lo demuestran.

8.- EVALUACION DE LOS SISTEMAS MARCAPASOS ACTUALES

En primer lugar, hay que analizar las implicaciones financieras de la sofisticación de los marcapasos cardíacos. La Tabla III muestra algunos generadores de marcapasos vendidos en Europa en 1980 y sus respectivos precios. El precio depende

TABLA II

Características del Marcapasos

GEMINI THETA 415A de CORDIS

- 1) Clasificación: --Automático, universal: DDD, DVI, DDT, DDI, VDD, VVI, AAI, VVT,
- Multiprogramable.
- 2) Parámetros programables: Modo, frecuencia, duración del pulso, amplitud, sensibilidad auricular y ventricular, período refractario, retardo A-V, polaridad unipolar/bipolar.
- 3) Rasgos salientes: -último marcapasos de la marca CORDIS.
-vida útil de 10 años.
-telemetría
-protección contra interferencia electro-magnética
-controlado por microcomputadora
-oscilador de cristal de cuarzo para proveer sincronización precisa.
-corrientes de salida de hasta 12 mA.
-automática respuesta contra bloqueo atrial.

del sitio de venta, la marca, duración del marcapasos, y de su sofisticación (11).

La sofisticación del sistema es tal vez la consideración más importante en el costo de los marcapasos. En 1983, un número sustancial de médicos cardiólogos norteamericanos implantaron marcapasos convencionales; ellos basaron su decisión en los siguientes argumentos (12):

a.- La complejidad del equipo programable no es muy útil y no produce ningún beneficio extra en el cuidado del paciente.

b.- La complejidad creciente de los dispositivos requiere que el paciente realice visitas más frecuentes al médico.

c.- Esa misma complejidad puede crear confusión y simular un desperfecto del equipo.

A pesar de lo expuesto, la mayoría de los cardiólogos estadounidenses se muestran partidarios de la implantación de marcapasos sofisticados. Sin embargo cuando un médico va a implantar un

marcapasos, debe realizar una selección razonable, considerando la multiplicidad de generadores con un amplio rango de precios. Así, antes de seleccionar un dispositivo de costo elevado, el médico debe evaluar si alguna de las sofisticaciones es esencial.

Por otro lado, el uso de los generadores multiprogramables puede demostrar que es más económico y menos penoso para los pacientes, debido a las razones siguientes:

- a.- Menos número de re-operaciones.
- b.- Elevada vida potencial de los generadores.
- c.- Reducción del riesgo de hospitalizaciones.

Un estudio de la evolución de los precios de los marcapasos en los últimos 15 años (13), permite ver que los dispositivos de 1984 son relativamente más baratos de los de 1970. De esta manera se puede decir que un marcapasos moderno (sofisticado) es más económico que un generador convencional de 15 años atrás.

TABLA III

Precios de algunos Generadores de Pulsos vendidos
en Europa durante 1980

Marca:	Francia	Inglaterra	España	Alemania Occidental
BIOTRONIX (Logos VVI)	\$2.040	\$1.790	-----	\$1450
Cardiofrance (227-VVI)	\$2.163	-----	\$1.700	\$1.300
ELA MEDICAL (7530 VVI)	\$2.200	\$1.700	\$1.700	\$1,800
METRONIC				
MEDTRONIC (Spectrax 5985)	\$2.636	\$1.950	\$2.838	\$2.632

CONCLUSIONES

Varios desarrollos tecnológicos han concurrido para que la operación de los sistemas marcapasos sea cada vez mejor. Las indicaciones para el uso de los marcapasos se han incrementado a medida que la tecnología ha avanzado. El futuro de la tecnología de los marcapasos es brillante, aunque queda mucho por hacer todavía. Los marcapasos del futuro deberían ser

completamente programables y los pacientes deberían ser capaces de comunicarse con sus propios marcapasos sin tener que acudir al médico. En el futuro, mediante el empleo de la telemetría, la capacidad y flexibilidad de los marcapasos presentará desafíos a los fabricantes, médicos y pacientes.

Sobre el AUTOR:

El ingeniero Miguel E. Yapur obtuvo su título de Ingeniero Electrónico en la ESPOL en 1983; realizó estudios de post-grado en la Universidad de Texas en Arlington y en el centro de Ciencias de la Salud de la Universidad de Texas en Dallas Conjuntamente, donde recibió el título de Master en Ciencias de la Ingeniería Biomédica en 1986. Posteriormente recibió el Certificado de Ingeniero Clínico luego de realizar cursos especiales en la Universidad de Texas en Alirgton y de trabajar como interno en el departamento de Ingeniería Clínica en el Hospital Harris de la ciudad de Fort Worth, Texas. Actualmente él es profesor de la Facultad de Ingeniería Eléctrica de la ESPOL; pertenece al IEEE y es miembro del BES (Sociedad de Ingenieros Biomédicos)