

TEÓRICO-PRÁCTICO 2

INFORMACIÓN BIOMÉDICA

OBJETIVOS

Conocer las bases teóricas de información en sistemas biológicos y biomédicos, interpretarlas y aplicarlas en seres vivos.

TRATAMIENTO DE LA INFORMACIÓN EL SISTEMA HOMBRE INSTRUMENTO

Podemos considerar al cuerpo humano como un complejo sistema constituido por otros subsistemas: eléctricos, acústicos, mecánicos, térmicos, químicos, ópticos, hidráulicos, neumáticos y de muchos otros tipos, interaccionando todos entre sí, que posee además un potente computador, varios sistemas de comunicación y gran variedad de sistemas de control. A primera vista, la tarea de medir y analizar las variables que entran en juego para poder comprender las relaciones internas del organismo parecería imposible, sin embargo se han operado grandes avances en este campo gracias a la instrumentación médica cuya función es ayudar al terapeuta y al investigador a idear formas fiables y significativas de obtener medidas del ser humano vivo. Desde un punto de vista científico estamos interesados en las comunicaciones que el organismo establece, ya sea entre sus diversas partes o con el medio externo.

La instrumentación biomédica se puede clasificar en dos grandes grupos principales: clínica y de investigación.

La instrumentación clínica está dedicada básicamente al diagnóstico, cuidado y tratamiento de pacientes. La de investigación se utiliza principalmente para conocer algo nuevo acerca de los distintos sistemas que componen el organismo; por lo general esta instrumentación es más compleja, especializada y diseñada para obtener un mayor grado de precisión y resolución.

Los objetivos básicos de cualquier sistema de instrumentación se enmarcan dentro de una de las siguientes categorías principales:

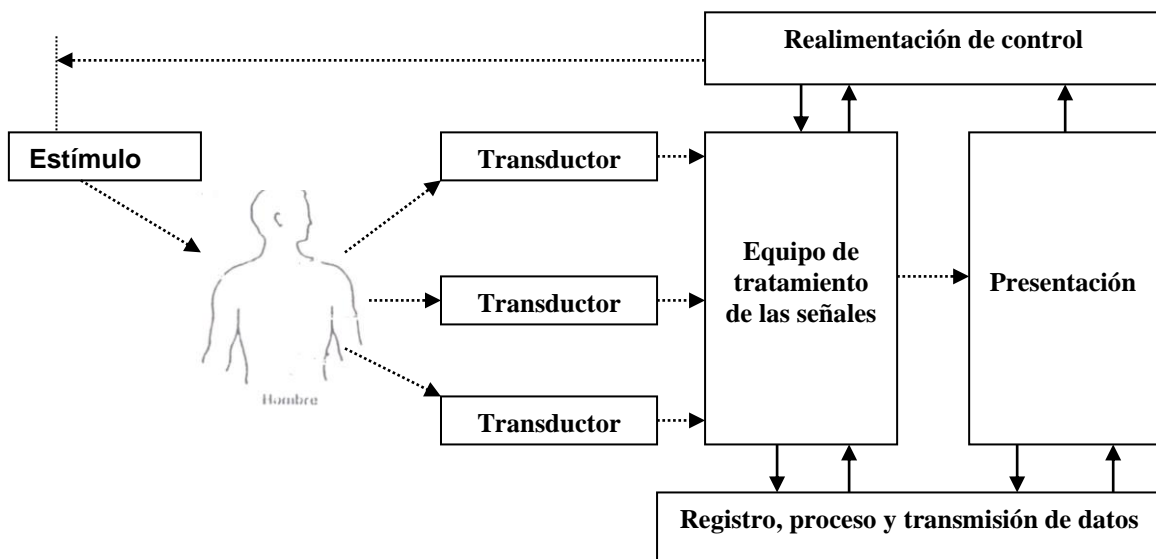
- 1) Adquisición de Información
- 2) Diagnóstico
- 3) Evaluación
- 4) Monitorización
- 5) Control

En cuanto a los componentes del sistema Hombre Instrumento, se pueden distinguir los siguientes: individuo; estímulo; transductor; equipo de tratamiento de la señal; equipo de presentación; equipo de registro, proceso y transmisión de datos; dispositivos de control.

INDIVIDUO: Las medidas se realizan en el ser humano teniendo en cuenta los distintos niveles de organización jerárquica. Por ejemplo, el hombre como un todo (en el nivel de organización mas alto), se comunica con su entorno de muchas formas, la mayoría fácilmente accesibles para medir.

En el nivel inmediato siguiente se encuentran los sistemas funcionales principales; tales como el sistema nervioso, el sistema cardiovascular, el sistema respiratorio, etc. Estos sistemas funcionales se pueden desglosar en subsistemas y órganos que a su vez se pueden subdividir en unidades mas pequeñas. El proceso puede continuar hasta el nivel celular e incluso molecular. La meta principal de la instrumentación biomédica es hacer posible la medida de la información comunicada por estos diversos elementos.

ESTÍMULO: en muchos casos se necesita valorar la respuesta a algún tipo de estímulo externo. Este puede ser visual, acústico, táctil, o estimulación eléctrica directa de alguna parte de sistema nervioso.



TRANSDUCTOR: en general se lo define como un dispositivo capaz de convertir una forma de energía o señal en otra. En el sistema Hombre-Instrumento, cada transductor se emplea para producir una señal eléctrica, que es una analogía del fenómeno que se mide. El transductor puede medir temperatura, presión, flujo o cualquiera de las otras variables que se pueden encontrar en el organismo, pero su salida es siempre una señal eléctrica. Se pueden utilizar dos o mas transductores simultáneamente, tal como se muestra en el diagrama precedente, para obtener variaciones relativas entre fenómenos.

EQUIPO DE TRATAMIENTO DE LA SEÑAL: es la parte del sistema de instrumentación que amplifica, modifica o cambia de alguna otra forma la salida eléctrica del transductor.

EQUIPO DE PRESENTACIÓN: convierte la señal a fin de que sea inteligible, es decir, en algo que pueda ser percibido por uno de los sentidos del hombre.

EQUIPO DE REGISTRO, PROCESO Y TRANSMISIÓN DE DATOS: permite registrar la información para un posterior uso o para transmitirla desde un punto a otro. Generalmente incluye un computador digital o analógico.

DISPOSITIVOS DE CONTROL: se incluyen donde es necesario o deseable disponer de un control automático del estímulo, transductores o cualquier otra parte del sistema Hombre-Instrumento.

TEORÍA DE LA INFORMACIÓN

Ya sea que el organismo se comunique como un todo con el medio externo o se trate de procesos internos, hay elementos básicos que siempre están presentes.

La teoría de la información sintetiza los aspectos indispensables para que la comunicación sea posible. La misma fue publicada por Claude Shannon en 1948 y posteriormente ampliada y profundizada por numerosos investigadores. Aunque en sus orígenes estaba referida a sistemas electrónicos, actualmente se extiende a otras áreas, incluyendo la biología.

La comunicación, definida de un modo general, es el establecimiento de una correspondencia unívoca entre un emisor y un receptor. El decir que se da una correspondencia unívoca equivale a decir que dicha correspondencia tiene un solo sentido.

Al diseñar un sistema de comunicación unidireccional hay que tener en cuenta los siguientes elementos: mensaje, fuente, codificador, canal y decodificador.

MENSAJE: es la secuencia de signos o símbolos de cualquier naturaleza con los cuales se produce la transferencia o correspondencia desde el emisor al receptor.

FUENTE: lugar donde se genera el mensaje.

CODIFICADOR: adapta el mensaje original al tipo de canal que se emplea.

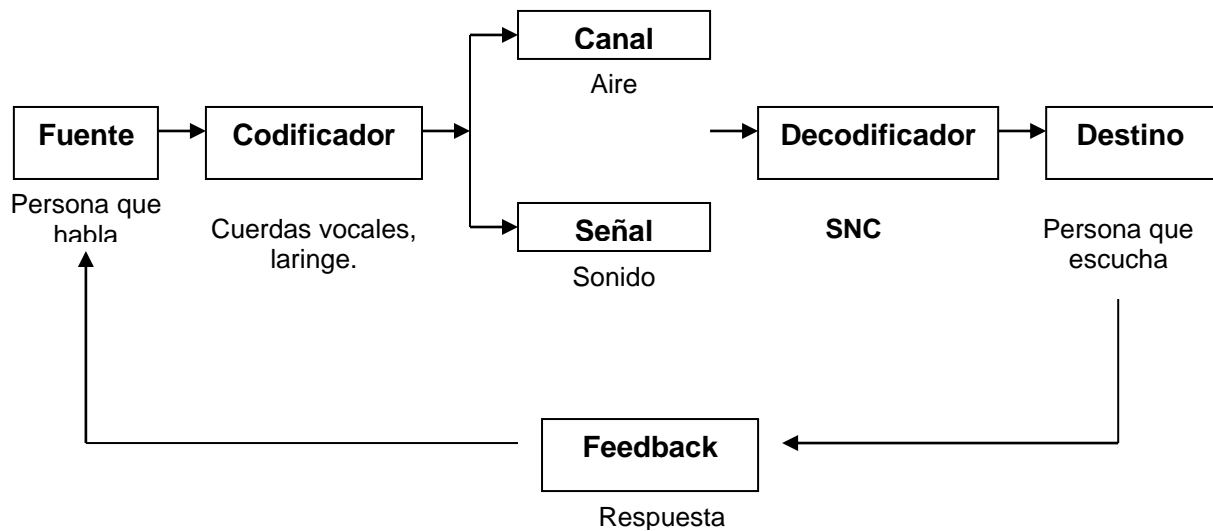
CANAL: es el soporte físico de la comunicación.

DECODIFICADOR: a la inversa del codificador, éste restituye la forma original del mensaje para que sea comprendido por el destino.

Un elemento que se agrega en algunos sistemas de comunicaciones, especialmente en los fisiológicos, es el "feedback" o **SISTEMA DE RETROALIMENTACIÓN.**

Por medio de éste la fuente puede evaluar la efectividad de su mensaje. En el supuesto caso de que el propósito de la fuente al emitir su mensaje no se cumpliera, ésta podrá repetirlo, aumentar su intensidad, etc.

En el siguiente esquema se ejemplifican los conceptos enunciados mediante elementos que intervienen en una conversación común entre dos personas.



También debemos referirnos a los siguientes elementos que participan en el proceso de la comunicación: ruidos y redundancia de la información.

RUIDOS: son aquellos factores que pueden interferir el mensaje, distorsionando la calidad de la señal.

REDUNDANCIA DE LA INFORMACIÓN: es la utilización de numerosos canales para transmitir la misma información. Es de particular importancia en los fenómenos biológicos, ya que previene las interferencias en la señal, asegurando así la llegada del mensaje. Como ejemplo podemos citar la regulación de la secreción de insulina por el páncreas, que se realiza a través de diversos canales: nivel de glucosa en sangre, hormonas intestinales, sistema nervioso autónomo, etc.

Los avances tecnológicos logrados en las comunicaciones han dado origen a una nueva rama de la instrumentación biomédica conocida como biotelemedicina. Se la puede definir como la medida de parámetros fisiológicos a distancia. El medio de transmisión de los datos del emisor al receptor puede ser de muchas maneras. Quizá el ejemplo más simple es el estetoscopio, mediante el cual se amplifican acústicamente los latidos del corazón y se transmiten a través de un tubo hueco para que los capte el médico con su oído.

También la actividad eléctrica del corazón puede ser captada mediante el electrocardiograma y luego ser transmitida telefónicamente a otro punto distante. Sin embargo una de las principales ventajas de la telemetría moderna es la eliminación del empleo de cables. Los datos biológicos son convertidos en una forma adecuada para ser radiados mediante un campo electromagnético (radiotransmisión).

Aunque hubo ejemplos de telemetría en la década del 40, el mayor impulso a estas investigaciones se produjeron durante los programas espaciales 20 años después.

Se hizo evidente que cualquier magnitud que pudiera ser medida era adaptable a biotelemedicina. Las medidas se pueden dividir en dos categorías:

a) Variables bioeléctricas como los registros electrocardiográficos, electroencefalográficos y electromiográficos.

b) Variables fisiológicas que requieren transductores como los registros de presión sanguínea, presiones gastrointestinales, flujo sanguíneo y temperatura.

En la primera categoría se obtiene directamente una señal en forma eléctrica, mientras que en la segunda se requiere un tipo de excitación, debido a que los parámetros fisiológicos se miden en definitiva como variaciones de resistencia, inductancia o capacidad.

En un sistema típico, se convierte la señal analógica en una forma o código, capaz de ser transmitido.

La mayoría de los instrumentos biomédicos suministran los datos en forma analógica, o en una señal eléctrica de magnitud finita y continua en el tiempo con niveles variables de acuerdo a la información original.

Estos datos generalmente deben convertirse a una forma digital para ser procesados y almacenados en computadoras.

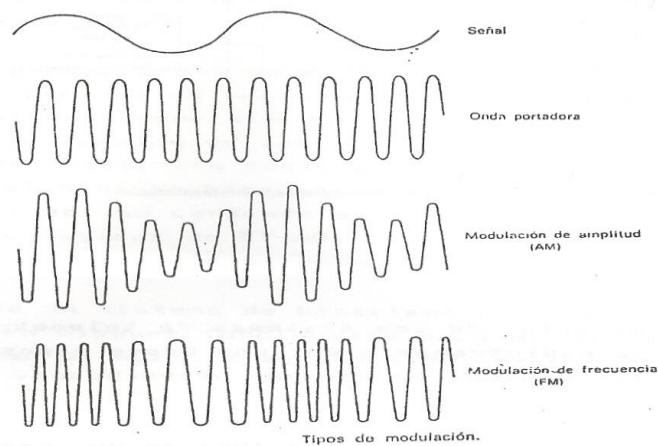
Una señal digitalizada consiste en una sucesión de valores discontinuos a los cuales se los identifica numéricamente.

Aunque existen distintos códigos, cada uno de ellos utiliza básicamente el sistema binario en el cual los valores quedan representados por un conjunto de ceros y unos correspondientes a los niveles lógicos de SI – NO.

Las etapas de un sistema de biotelemedicina típico se pueden descomponer en bloques funcionales para el emisor y el receptor.

Dado que la mayoría de los sistemas de telemetría suponen la utilización de radiotransmisión, una breve exposición de algunos conceptos básicos pueden ser provechosos.

Una portadora de radiofrecuencia (RF) es una señal senoidal de alta frecuencia que cuando se aplica a una antena transmisora adecuada, se propaga en forma de **ondas electromagnéticas**. La distancia a la cual se puede recibir la señal se denomina alcance del sistema. La información a transmitir se imprime en la portadora mediante un proceso conocido como **modulación**. Los circuitos que genera la portadora y la modulación constituyen el **transmisor**. El equipo capaz de recibir la señal transmitida y de modularla para recuperar la información, constituye el receptor. Sintonizando el receptor a la frecuencia de la portadora de RF deseada se puede seleccionar esta señal mientras se rechazan las demás.



Los dos sistemas básicos de modulación son: la modulación de amplitud (AM) y la modulación de frecuencia (FM).

En un sistema de amplitud modulada, la amplitud de la portadora varía con la información a transmitir. Los sistemas de amplitud modulada son susceptibles a las interferencias eléctricas naturales y artificiales, debido a que la interferencia aparece generalmente como variaciones en la amplitud de la señal recibida. Un sistema FM es mucho menos susceptible a las interferencias por lo cual es más usado en telemetría.

En el organismo humano hay una continua transmisión de información de unos órganos a otros. Como respuesta a estímulos externos se produce una reacción determinada, unas veces refleja y otras elaborada. Por lo que tiene que haber señales o mensajes que circulan de un punto a otro, comunicando un estímulo y mandando la acción que los músculos han de realizar.

Toda esta información, junto con la que existe y se elabora en el cerebro, es de tipo eléctrico. El ser vivo "funciona por electricidad".

Las "pilas eléctricas" que producen las fuerzas electromotrices necesarias para que funcione toda la instalación eléctrica del cuerpo humano, se encuentran localizadas en las membranas de las células.

La excitación de la membrana da lugar a un potencial de acción y a un impulso eléctrico que se propaga a lo largo del axón de la célula nerviosa. El organismo responde a estímulos de muy diversos tipos, al calor, al frío, a la presión, a la luz, al sonido.

Los órganos por los cuales el sistema nervioso recibe información del exterior se denominan **receptores**, y están situados generalmente en la superficie de contacto del organismo con el medio ambiente, aunque también existen receptores internos, encargados de detectar determinadas sensaciones procedentes de los diversos órganos del cuerpo.

Los receptores operan como transformadores de energía. La energía calórica, sonora, etc. que reciben, la utilizan para poner en operación la energía eléctrica que constituye el impulso nervioso. Cada tipo de receptor opera de una forma distinta, respondiendo a **estímulos** diferentes. Los receptores están constituidos por terminaciones de fibras nerviosas aferentes, cuya respuesta eléctrica al estímulo externo siempre es haciendo el potencial trans-membrana más positivo en una magnitud que depende del estímulo.

Cuando se aplica un estímulo a un receptor, el potencial de membrana con valor negativo normal, modifica su valor.

La diferencia entre el potencial actual y el estacionario se denomina **potencial generador** y es diferente del potencial de acción ya que el potencial generador **no** se propaga a lo largo de la fibra nerviosa. Además su amplitud y la forma en que crece depende del estímulo. No es proporcional, pero hay una correlación entre ambas magnitudes, en general, cuanto más grande es el estímulo, mayor es el potencial generador, o más rápidamente crece.

El mecanismo físico-químico que origina al potencial de membrana es por un aumento de la permeabilidad de la membrana a los iones.

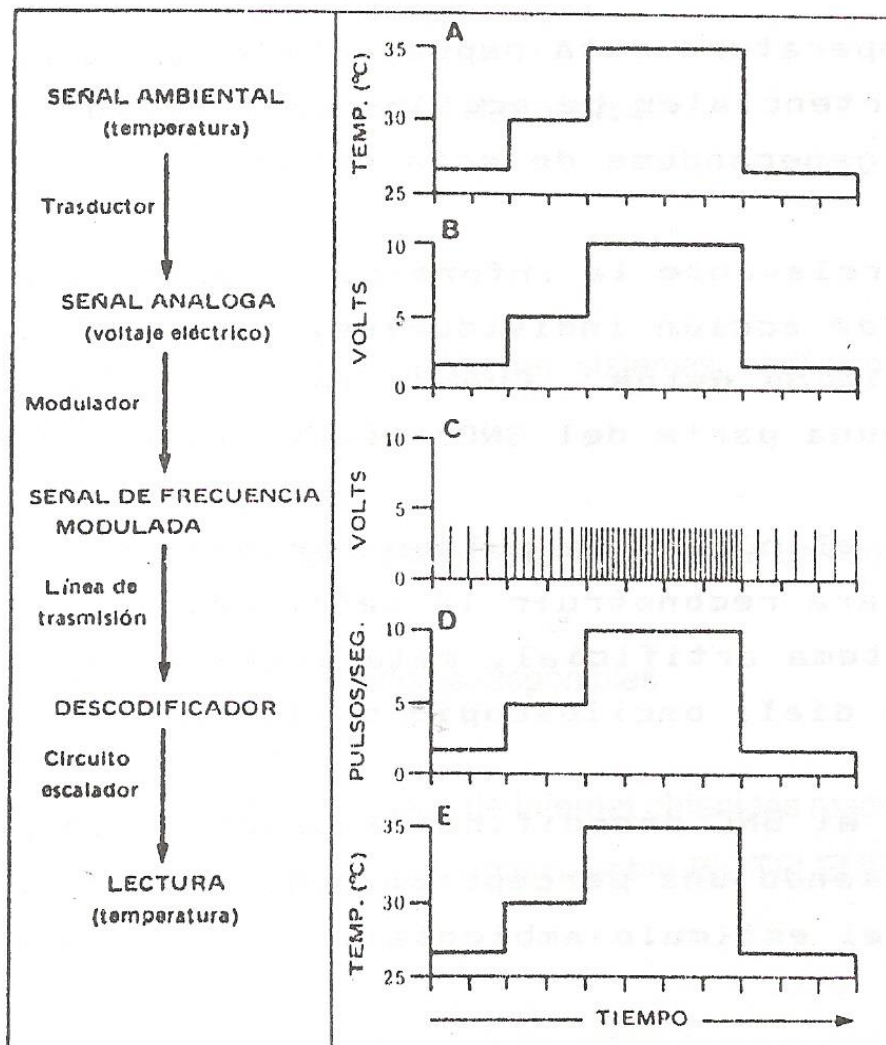
El **potencial generador** es una señal modulada en **amplitud**: es la amplitud de dicho potencial lo que es proporcional, o al menos dependiente, de la magnitud del estímulo.

El **potencial generador** (que no se transmite a lo largo de la célula nerviosa), desencadena una serie de impulsos o **potenciales de acción** que son los que se propagan y transmiten la información, pero esta información ya no está modulada en amplitud, sino en **frecuencia**.

El siguiente esquema ilustra con un ejemplo los pasos que intervienen en la transmisión de la información de ciertos receptores neuronales, en este caso, el sistema sensorial somático.

Estos receptores están situados en la piel y cada uno de ellos está adaptado para responder al dolor, la presión, la temperatura o la luz.

Tomemos el caso de un receptor sensible a la temperatura:



A: muestra la distribución de temperaturas en función del tiempo que percibe el receptor, en realidad el receptor es un transductor biológico, que convierte la señal en un voltaje variable según la intensidad del estímulo (potencial generador).

B: hasta aquí podríamos hablar de una señal analógica. Este voltaje se emplea para controlar la frecuencia (cantidad de pulsos por segundo) de un generador de pulsos (el segmento inicial de una neurona sensorial). La información original sobre la temperatura está representada ahora por la cantidad de pulsos (potenciales de acción) por segundo, en la línea de transmisión, generándose de esta forma una señal de FM digitalizada.

C: ya no es relevante la información sobre la amplitud de los potenciales de acción individuales, sólo interesa la presencia o ausencia de éstos. Cuando la información llega al destino (en alguna parte del sistema nervioso central), ocurre el proceso de decodificación.

D: se cuenta el número de pulsos por segundo y esta información sirve para reconstruir la señal original.

E: en un sistema artificial, esta señal reconstruida se registra en un dial, osciloscopio o altavoz.

En el hombre el sistema nervioso central decodifica la señal de entrada y la procesa, produciendo una percepción subjetiva relacionada con la intensidad del estímulo ambiental.

Un ejemplo en el ser humano que permite aplicar los conceptos desarrollados en la teoría de la información, es el “mantenimiento de la postura y el equilibrio”.

El sistema nervioso central recibe información desde:

- a) La retina, mediante estímulos visuales, que se propagan por el nervio óptico.
- b) El aparato vestibular, mediante estímulos que se originan en los otolitos, que se propagan por el nervio vestibular.
- c) Los receptores propioceptivos, mediante estímulos que se conducen por los haces posteriores de la médula espinal.

Todos los datos son procesados por nuestro sistema nervioso central, el que se encarga de generar la respuesta apropiada mediante el mantenimiento del tono muscular y la modificación de la posición de los segmentos corporales en el espacio.

El objetivo final será que el vector gravitatorio que se origina en el centro de gravedad o centro de la masa del cuerpo humano, caiga en la base de sustentación del mismo, en cuyo caso el cuerpo se encontrará en equilibrio.

En este caso “a, b y c” explican el concepto de redundancia, siendo necesario por lo menos la integridad de dos vías para mantener el equilibrio.

En la sífilis en estadio avanzado se compromete el sistema nervioso central, que en una de sus formas se llama “tabes dorsal” (lesiona selectivamente los haces posteriores de la médula espinal) y al paciente se lo llama “tabético”. De ello surge un viejo aforismo que dice que “los ojos son las muletas del tabético”, ya que si cierra los ojos (queda activa solo una vía de las tres anteriormente mencionadas), el individuo se cae y no puede mantener el equilibrio.

ACTIVIDAD PRÁCTICA

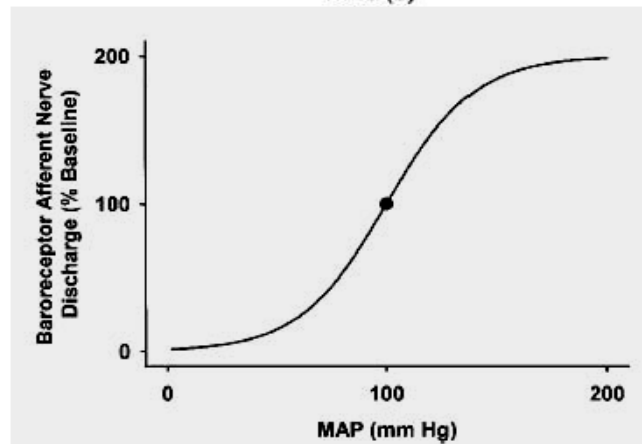
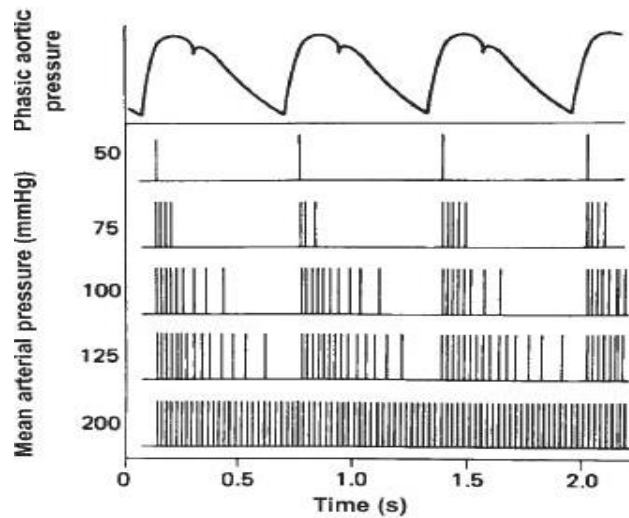
Investigar y analizar en Internet (cada mesa de trabajos Prácticos cuenta con 30 minutos de uso de computadoras), por grupos, la **regulación de la presión arterial**.

Sitios Web recomendados:

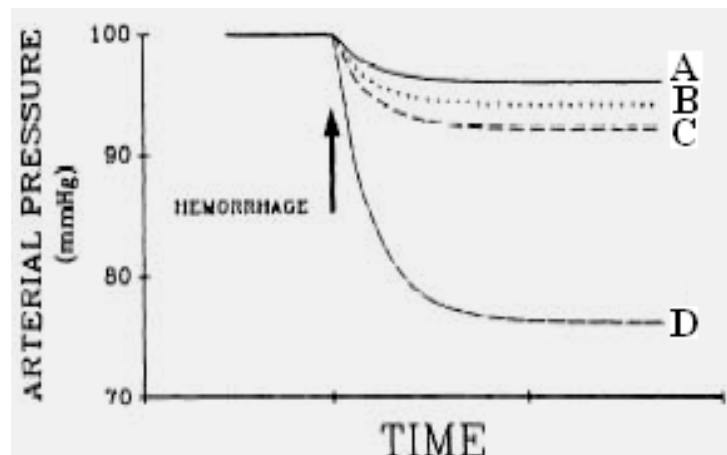
- <http://www.sld.cu/libros/hiperten/desarrollo.html>.
- http://www.uam.es/personal_pdi/medicina/algvilla/t_presion/barorreceptor.html.

- 1) Definir presión arterial. Indicar valores normales.
- 2) Citar los mecanismos que regulan la presión arterial.
- 3) Clasificarlos en centrales, endocrinos, locales, nerviosos, químicos y paracrinós.
- 4) Indicar que mecanismos, de los antes vistos, es capaz de activar cada uno de los estímulos abajo citados (saque conclusiones):
 - Niveles sanguíneos de CO₂.
 - Niveles sanguíneos de O₂.
 - Hipoperfusión.
 - Mecánicos.
- 5) Indicar los efectores (abajo citados) de cada mecanismo (saque conclusiones):
 - Corazón.
 - Glándulas suprarrenales.
 - Riñón.
 - Vasos.
- 6) Indicar detectores (receptores), vías aferentes, centro coordinador, vías eferentes y efectores del reflejo barorreceptor.
- 7) Indicar como es la señal nerviosa (potenciales de acción) en cada uno de los niveles o segmentos del reflejo barorreceptor.

Además analizar los siguientes gráficos:



8) Analizar el siguiente gráfico que muestra la variación de la presión arterial a partir de una hemorragia (saque conclusiones):



Variación de la presión arterial a partir de una hemorragia. A: Barorreceptores intactos. B: Reflejo barorreceptor aórtico dañado. C: Reflejo barorreceptor carotídeo dañado. D: Ambos reflejos dañados.

9) Analizar los componentes del sistema Hombre Instrumento cuando se mide la presión arterial con un esfigmomanómetro (individuo, estímulo, transductor, equipo de tratamiento de la señal y equipo de presentación).

PREGUNTAS MODELO

Teniendo en cuenta la Teoría de la Información, analice las siguientes afirmaciones y señale la opción que indica cuales son correctas:

- I) El codificador siempre es un transductor.
- II) En todo sistema de retroalimentación hay redundancia.
- III) La distorsión de la señal puede ser debida a ruidos.
- IV) El nervio trigémino se comporta como canal.
- V) La efectividad del mensaje no puede ser evaluada.

- a) II,III y V
- b) I,II y V
- c) III y IV
- d) I, IV y V
- e) II y III

Los receptores sensoriales son transductores que convierten las diversas formas de energía del medio ambiente en potenciales de acción. En dichos receptores la información a transmitir se imprime mediante un proceso conocido como modulación. En base a los conceptos anteriores seleccione la opción correcta.

- a) Los receptores modulan por un sistema básico de frecuencia modulada
- b) En los receptores que manejan un sistema de modulación, la amplitud de la portadora no varía con la información a recibir
- c) Los sistemas de amplitud modulada que utilizan los receptores no son susceptibles a las interferencias eléctricas naturales
- d) Los receptores utilizan sistemas de amplitud modulada, que son susceptibles a las interferencias, que les permite adecuarse a variaciones de la amplitud de los estímulos
- e) En los receptores se utiliza un sistema de FM ya que es más susceptible a las interferencias

Anexo Información Biomédica

Transducción y transductores

Un **transductor** es un dispositivo que transforma una señal determinada por el valor o la variación de una magnitud física (p. ej., fuerza) en otra señal consistente en una variación de otra magnitud (p. ej., potencial eléctrico) que guarda correspondencia unívoca con la primera.

Los transductores tienen gran aplicación en investigación y en la práctica médica. Las magnitudes para cuyo registro se emplean son de las más variadas, y de su naturaleza depende el tipo de transductor que se debe utilizar.

Una fuerza, por ejemplo, puede ser transformada en una señal eléctrica por la deformación que puede provocar en conductores especiales, que tienen la propiedad de modificar su resistencia eléctrica al ser flexionados. Si uno de estos conductores forma parte de un puente de Wheatstone, la señal fuerza da origen a una diferencia de potencial que puede ser procesada electrónicamente.

Una presión se puede medir mediante un transductor que estará provisto de un diafragma unido, por un vástago aislador, a dos nudos de un puente de

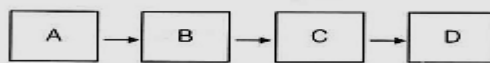
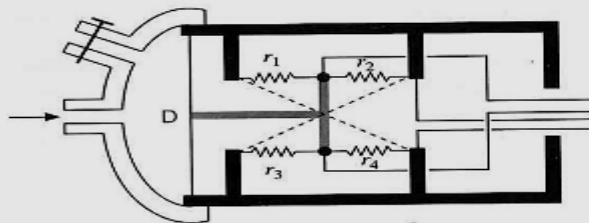


Diagrama de bloques del equipo para el registro de variables biológicas. A, sistema en estudio; B, transductor; C, amplificador; D, registrador.



Transductor de presión. D, diafragma; r_1 , r_2 , r_3 y r_4 , resistencias del puente de Wheatstone.

Wheatstone. Éste está constituido por un material elástico cuya resistencia es sensible al estiramiento y a la compresión. Al desplazarse el diafragma, dos de las resistencias se alargan y dos se comprimen, y el puente acusa una diferencia de potencial directamente proporcional a la presión.

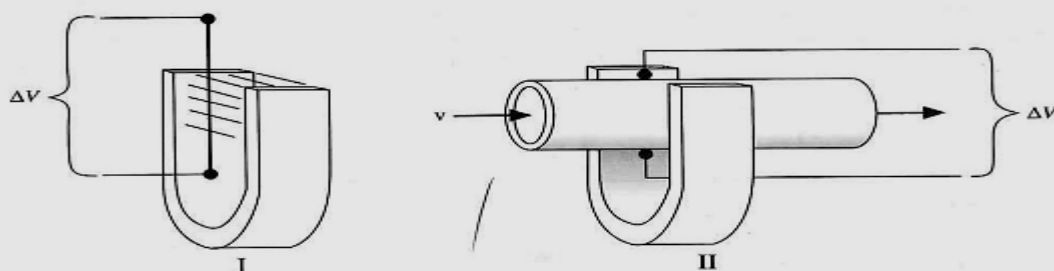
Una velocidad puede ser registrada desplazando un conductor perpendicularmente a las líneas de fuerza de un campo magnético (figura 1), puesto que en ese caso la fuerza electromotriz generada en los extremos del conductor es directamente proporcional a la velocidad del desplazamiento. En este principio se basan los llamados *flujímetros electromagnéticos*, que sirven para medir caudal sanguíneo. En estos dispositivos la sangre misma constituye el conductor que se desplaza dentro del campo magnético cortando las líneas de fuerza (figura 2).

El caudal de los gases de la respiración puede ser medido mediante un *neumotacógrafo* (esquema). En este dispositivo, el gas, cuyo caudal se desea medir, atraviesa una zona que ofrece una pequeña resistencia a su pasaje y se mide la caída de presión (proporcional al caudal) a lo largo de la resistencia. Las presiones se miden con transductores de presión suficientemente sensibles.

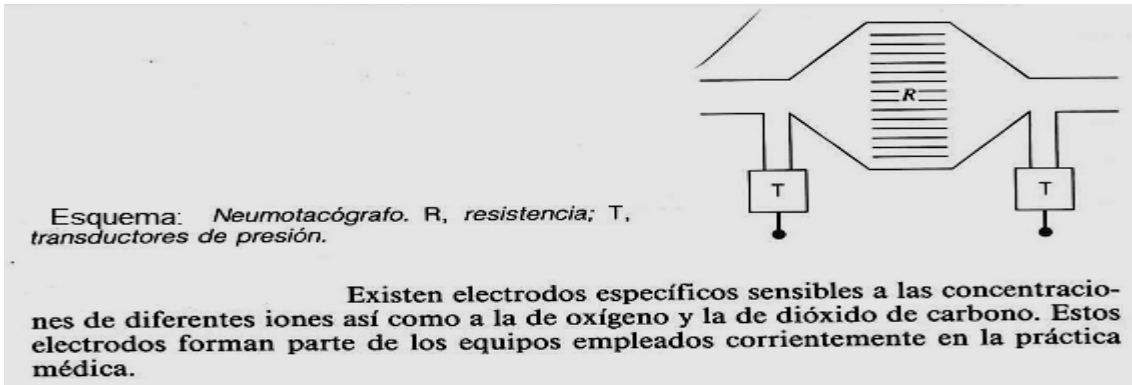
La temperatura puede medirse mediante el uso de *termistores*, que son conductores con un alto coeficiente de variación térmica de su resistencia. Esta variación puede traducirse en una diferencia de potencial.

Un fototransistor o un fotomultiplicador (por ej.) constituyen transductores para señales luminosas.

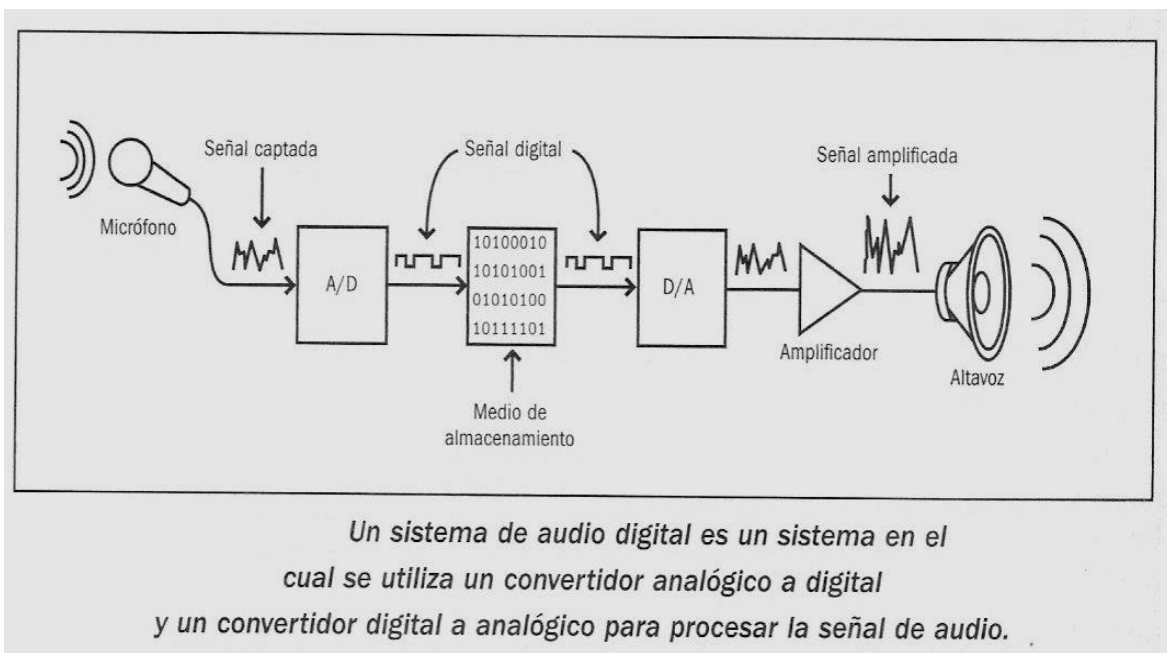
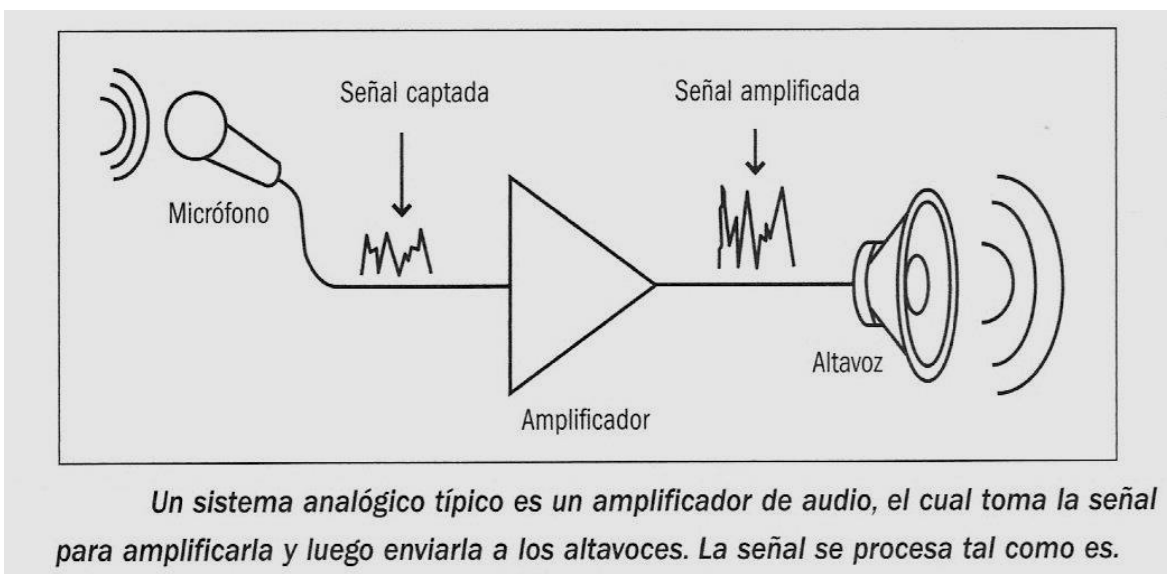
La concentración de muchas especies químicas puede ser medida por medio de electrodos especiales.



Flujímetro electromagnético. I: fundamento; II: aplicación a la medición del caudal



Conversión analógico-digital



Características de la señal biológica y transductores requeridos

Rango de los fenómenos bioeléctricos			Rango de los fenómenos bioeléctricos		
CARACTERÍSTICAS DE LA SEÑAL PRIMARIA Y TRANSDUCTORES REQUERIDOS			SISTEMA NERVIOSO Y PERIFÉRICO		
APLICACION	CARACTERÍSTICAS DE LA SEÑAL	TRANSDUCTOR REQUERIDO	APLICACION	CARACTERÍSTICAS DE LA SEÑAL	TRANSDUCTOR REQUERIDO
SISTEMA CARDIOVASCULAR			SISTEMA NERVIOSO Y PERIFÉRICO		
ECG (Electrocardiografía)	Rango frecuencia: 0,05 a 1000 Hz (usual 0,05 a 100 Hz). Tensión: 10 μ V a 5 mV (cubre rango fetal)	Electrodos de contacto directo con gel, pasta o crema. Los electrodos de aguja son menos ruidosos.	EEG (Electroencefalografía)	Rango frecuencia: 0,1 a 100 Hz Rango tensión: 2 a 400 μ V	Electrodos de superficie o agujas.
VCG (Vectorcardiografía)	Idem ECG	Idem ECG	Potenciales intracerebrales	Duración pulso: 0,6 mseg a 0,1 seg Rango tensión: 10 μ V a 100 mV	Electrodos tipo aguja de profundidad.
Frecuencia cardíaca	Rango: 25 a 600 p.p.m. ; N: 60 a 90 p.p.m.	Obtenida del ECG, VCG, presión arterial o amplificadores de onda de pulso.	EMG (Electromiografía)	Rango frecuencia: 5 a 2.000 Hz Rango tensión: 20 a 5.000 μ V.	Electrodos de superficie o agujas.
Presión Arterial Directa	Rango frecuencia: C.C. a 200 Hz (C.C. a 60 Hz usualmente adecuado). Rango Presión: 20 a 300 mmHg.	Transductor de Presión tipo extensométrico (se recomienda Statham serie P23).	Electrogastrografía (Músculo liso)	Rango frecuencia: 0 a 1 Hz. Rango tensión: 0 a 80 mV.	Electrodos de aguja.
Derivada dP/dT de la presión ventricular izquierda	Rango frecuencia: C.C. a 200 Hz (C.C. a 60 Hz usualmente adecuado).	Salida del canal de presión ventricular izquierda.	Electroretinografía (ERG)	Rango frecuencia: 0,01 a 200 Hz Rango tensión: 0,5 μ V a 1 mV.	Electrodos corneales.
Presión Arterial Indirecta (Método Korotkoff)	Rango Frecuencia del transductor de presión: C.C. a 5 Hz. Rango Presión: 0 a 300 mmHg.	Extensímetro para presión (v. gr. Statham serie P23). Cualquier buen micrófono para baja frecuencia.	Electrooculografía (EOG) Electroretinografía Electronistagmografía	Rango frecuencia: C.C. a 100 Hz Rango tensión: 10 a 3.500 μ V.	Electrodos superficiales miniatura.
Presión Venosa Directa	Rango frecuencia: C.C. a 40 Hz Rango Presión: -5 a 20 mmHg	Extensímetro para presión (v. gr. Statham serie P23).	SISTEMA RESPIRATORIO		
Ondas de Pulso Arterial o Venoso (Método indirecto)	Rango frecuencia: 0,05 a 60 Hz	Fuente de luz y fotocélula (v. gr. emisor-sensor FPA104) para dedos o lóbulos de la oreja. Transductor piezoeléctrico (v. gr. APT-16-1 Hewlett-Packard)	Espiografía	Rango frecuencia: 0 a 50 Hz.	Termistor o espirometro con salida electrónica (v. gr. "neumo-tach" + transductor diferencial de presión Valdyne Engineering MP45-1)
Flujo Sanguíneo Arterial o Venoso	Rango flujo: 0 a 300 ml/seg Rango frecuencia: 0 a 100 Hz.	Electrodos de contacto directo para flujómetros impedancimétricos. Emisor-receptor piezoeléctrico para flujómetros Doppler. Cáteteres con termistores de punta. Flujo-metro electromagnético.	Neumotografía (Frecuencia del flujo respiratorio)	Rango frecuencia: 0 a 50 Hz.	Cabezal neumotográfico de Fleisch con transductor extensométrico (v. gr. Statham FM)
Gasto Cardíaco	Rango frecuencia: 0 a 60 Hz (a 5 Hz usualmente adecuado) Flujo sanguíneo: L/min.	Escintilógrafo para el método de dilución radiactivo. Termistores para el método termométrico. Electrodos de contacto directo para el método impedancimétrico.	Neumografía Impedancial	Rango frecuencia: 0 a 30 Hz (de la portadora demodulada).	Electrodos de superficie o agujas.
Fonocardiografía	Rango frecuencia: 16 a 2000 Hz	Micrófono de cristal, magnético o condensador (v. gr. Mic. cristal cerámico 21050A Hewlett-Packard).	Frecuencia Respiratoria	Rango frecuencia: 0 a 50 ciclos/minuto (humano)	Salida del canal de función respiratorio.
Balístocardiografía (BCG)	Rango frecuencia: 0 a 40 Hz	Plataforma de período infinito con acelerómetro extensométrico.	Volumen Respiratorio Volumen/Inspiración	Rango frecuencia: 0 a 5 Hz Humano adulto: 600 ml/inspir.	Del espirometro. Si se utiliza espirometro electrónico, del potenciómetro sujeto a la roldana del sistema. También integrado a partir del neumotógráfico o de un canal de flujo.
Cardiografía Impedancial (Reocardiografía)	Rango frecuencia: 0 a 60 Hz Rango impedancia: 15 a 500 Ω	Electrodos de superficie o agujas.	Ventilación Minuto Volumen inspirado/minuto	Rango frecuencia: 0 a 5 Hz. Volumen: 1 a 8 L/min.	Integrado del neumotógráfico o de un canal de flujo.
			Gases Pulmonares	Rango frecuencia: 0 a 5 Hz.	Electrodo tipo Clark para P _{O₂} y electrodo de CO ₂ para P _{CO₂} .
			pH y gases disueltos en sangre	Rango frecuencia: 0 a 5 Hz.	Electrodo para P _{O₂} (v. gr. B48A, Electronic Instruments Ltd.). Electrodo de vidrio para pH.

Afirmar algunos conceptos sobre Información Biomédica:

INFORMACION BIOMEDICA

1. Los datos biológicos convertidos a una forma adecuada pueden ser transmitidos mediante un campo electromagnético ¿qué define este concepto?
2. Que genera la diferencia entre el potencial originado por un estímulo y el potencial de reposo de una membrana ?
3. Cuando los datos se suministran en forma digital ¿cómo es la señal?
4. ¿Todas las variables posible de ser medidas son adaptables a biotelemetría?
5. Que tipo de variables pueden ser medidas en el ser humano ?

INFORMACION BIOMÉDICA

1. Cual es el potencial que modula en amplitud y desencadena los potenciales de acción ?
2. Que tipo de imagen tiene la información codificada numéricamente ?
3. Nombre tres transductores biológicos
4. Cuando los datos se suministran en forma analógica ¿cómo es la señal?
5. Para que sirve el feed-back en un sistema de comunicación ?

TEÓRICO-PRÁCTICO 3 y 4

ESTUDIO BIOFÍSICO DE LA MEMBRANA CELULAR

OBJETIVOS

Interpretar el mecanismo funcional de la membrana celular a través del conocimiento de su comportamiento biofísico.

Deducir, analizar y ejercitar a partir del equilibrio Donnan los potenciales de equilibrio, eléctrico y efectivo para los distintos iones.

LA MEMBRANA CELULAR

La unidad funcional de los seres vivos es la célula y la separación entre el espacio extracelular y el citoplasma lo establece una estructura lamilar, formada fundamentalmente por lípidos y proteínas: **la membrana celular**.

Esta estructura a la vez que separa ambos medios, es el vínculo que permite la comunicación entre la célula y el medio que la rodea, a saber: recepción y transmisión de información, entrada de nutrientes, salida de metabolitos, etc, ya que no solamente **es semipermeable**, es decir que permite el paso de algunas sustancias e impide la de otras, sino que también su permeabilidad puede variar lo que la hace **selectiva**.

Como concepto general se puede establecer que la matriz lipídica de la membrana es la encargada de la separación de los medios y que a las proteínas se les atribuye la comunicación e intercambio entre la célula y el medio que la rodea.

Si bien la estructura química de las membranas biológicas y sus propiedades varían considerablemente de un lugar a otro, independientemente de su origen comparten un espesor aproximado y promedio de 7,5 nm y una estructura básica: **lípidos y proteínas**, la mayor parte de ellas también poseen **glúcidos** unidos a las proteínas y a los lípidos.

En la figura 1 se muestra la estructura de una membrana de acuerdo con la concepción de Singer descripta como “**modelo del mosaico fluido**”.

CONTINÚA.....