

## ELECTROCARDIOGRAFO BIPOLAR

### Bipolar Electrocardiograph

#### RESUMEN

Es de gran importancia para los estudiantes de electrónica, biomédica, medicina o de grupos de investigación que capturen o detecten señales fisiológicas, para realizar procesos propios en el tratamiento de dichas señales con el fin de diagnosticar y/o determinar sintomatologías que puedan desencadenar en procesos más delicados para el paciente. El procedimiento llevado a cabo tiene la característica de que el paciente está protegido contra corrientes que puedan introducirse al cuerpo por los cables por medio de un optoacoplador.

**PALABRAS CLAVES:** Optoacoplador, amplificador, instrumentación, cardíaca, alimentación

#### ABSTRACT

*It is of great importance to students of electronic, biomedical, medicine or research groups that deal physiological signal capture power and then make the processes of the treatment of such signals to determine any symptoms that may then trigger most delicate processes the patient. The procedure carried out has the characteristic that the patient is protected against currents that can enter the body through wires through an optocoupler*

**KEYWORDS:** *Optoacoplador, amplificador, instrumentación, cardiac, alimentación*

#### 1. INTRODUCCIÓN [1], [2] y [3]

Dentro de la integración interdisciplinaria del conocimiento, es necesario que las ciencias se apoyen entre sí, lo que han originado fuertes alianzas en diferentes áreas del conocimiento debido a la necesidad de avanzar en la constante búsqueda del bien de las generaciones presentes y futuras, creando así una nueva rama, la Bioingeniería o Ingeniería Biomédica, en la cual se diseñan y desarrollan equipos médicos los cuales permiten detectar y tratar enfermedades en los seres vivos especialmente en humanos. Un ejemplo claro de ello es el electrocardiograma ECG, dispositivo que permite realizar el registro de las señales producidas por la actividad muscular del corazón conocido como electrocardiograma, y a partir de este, los médicos puedan diagnosticar patologías a tiempo evitando futuras complicaciones en los pacientes.

#### 2. CONTENIDO

##### 2.1 OBJETIVOS

###### 2.1.1 General

Analizar el funcionamiento y resultados del electrocardiograma bipolar.

###### 2.1.2 Específicos

- Analizar cada una de las partes del dispositivo mediante la toma de señales en diferentes puntos de prueba.
- Desarrollar habilidad para el cálculo de la frecuencia cardíaca a partir de la imagen obtenida.
- Comprender la importancia de tener una etapa de filtro de ruido de 60 HZ para dispositivos que trabajen a bajas frecuencias.

##### 2.2 PROCEDIMIENTO [4] [5] y [6]

Inicialmente se realiza el diseño de los circuitos para las etapas de la red resistiva de Wilson, amplificación de la señal de ECG, selector de las señales bipolares I,II,III, filtro notch, filtro pasabanda y pasa bajo, en Proteus, como se observan posteriormente en los diagrama de bloques de la figura 1, y en los diagramas electrónicos de las tarjetas 1,2,3.

El proceso es el siguiente:

#### Javier Villamizar

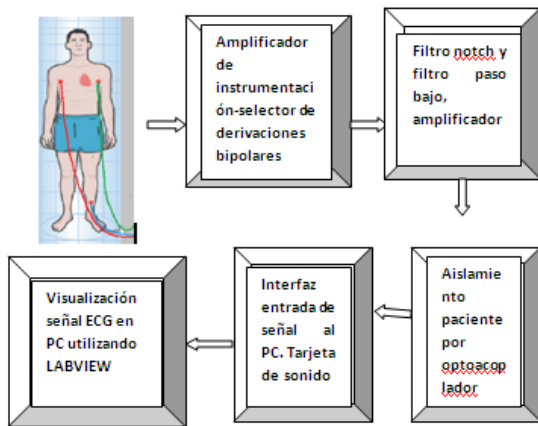
M. Sc. Instrumentación Física  
Profesor asociado  
Universidad de los Llanos  
javillaster@gmail.com

#### Hugo Armando Gallego B.

M. Sc. Instrumentación Física  
Profesor asociado  
Universidad Tecnológica de Pereira  
ugo@utp.edu.co

#### Hoover Orozco G.

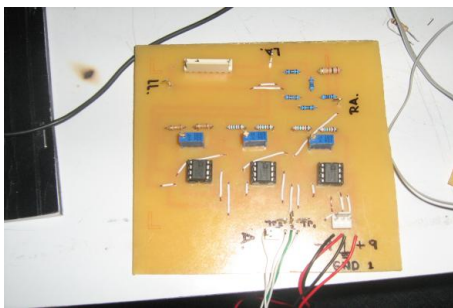
M. Sc. Instrumentación Física  
Profesor asociado  
Universidad Tecnológica de Pereira  
hog1084@utp.edu.co



**Figura 1. Diagrama en bloques del electrocardiógrafo**

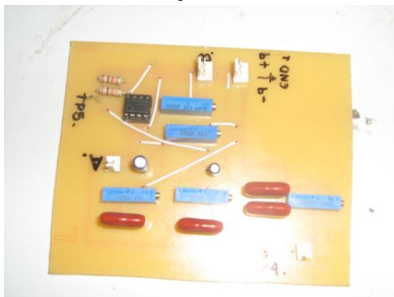
**2.2.1 Paso a:** Tome las tres tarjetas que se muestran a continuación y realice las conexiones de la siguiente manera:

En la figura 2, tiene un punto de conexión denotado con la letra A la cual indica la conexión de alimentación, los voltajes de alimentación son 9 y -9 voltios D.C



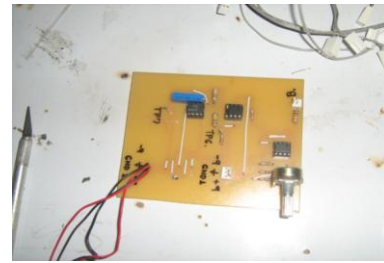
**Figura 2. Tarjeta 1. Red resistiva de Wilson**

En la figura 3, hay dos denominaciones, la primera es la letra A la cual debe ir conectada con la letra A de la tarjeta uno, y la otra es la letra B la cual debe ir conectada a la letra B de la tercera tarjeta.



**Figura 3. Tarjeta 2. Filtro notch y filtro paso bajo**

En la figura 4, se puede observar la denominación B para conectar la alimentación, la cual permite un aislamiento, para la protección del paciente.



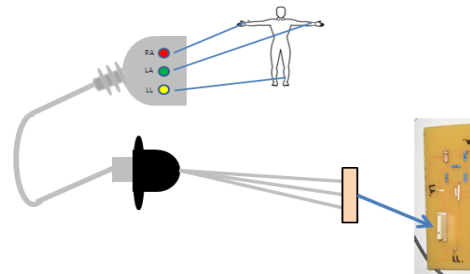
**Figura 4. Tarjeta 3. Aislamiento de paciente**

**2.2.2 Paso b:** Luego se debe realizar la conexión de los electrodos ver figuras 5, 6 : los terminales se deben conectar al cable del paciente, teniendo en cuenta la marca del cabezal del cable y este a su vez se debe conectar a la siguiente terminal



**Figura 5. Cable de conexión al paciente**

Tenga en cuenta que la marcación de la tarjeta las derivaciones debe coincidir con la marcación del cable, como lo indica figura 6:



**Figura 6. Derivaciones correspondientes**

**2.2.3 Paso C:** Puntos de prueba.

Cada una de las tarjetas cuenta con diferentes puntos de prueba, la tarjeta 1 cuenta con seis puntos, con los cuales se podrá observar los cambios que sufre la señal a medida que es procesada:

En la figura 7, se obtiene la señal de ECG mediante amplificadores de instrumentación, los cuales debido a sus características permite la manipulación de este tipo de señales, pues brindan una relación de rechazo en modo común óptima, además del acople de impedancias, bajo nivel de offset y condiciones ideales para el tratamiento de bioseñales.

El circuito integrado elegido es el AD620 fabricado por la National Semiconductor, para esta etapa se aplicó el siguiente cálculo para encontrar la resistencia Rg: [7]

$$G = \frac{49.4K\Omega}{R_g} + 1 \quad R_g = \frac{49.4K\Omega}{G-1} \quad (1)$$

Los tres primeros puntos de prueba están denotados como RA, LA, Y LL los cuales permiten ver cada una de las señales recibidas en el circuito.

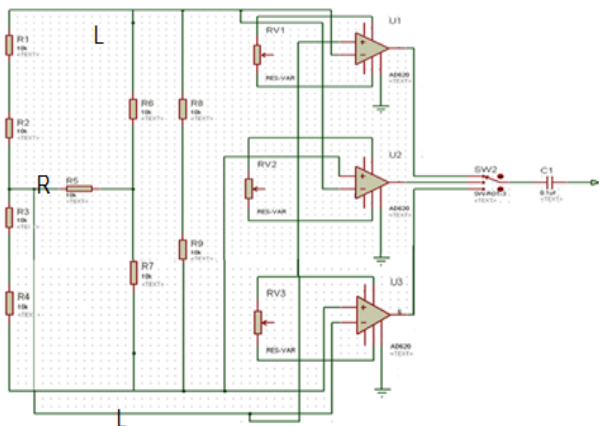


Figura 7. Diagrama electrónico. Tarjeta 1.

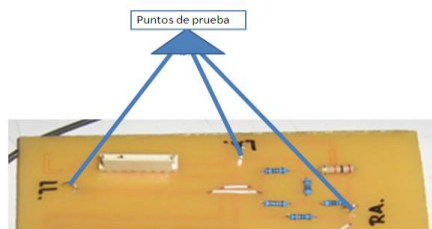


Figura 8. Puntos de prueba tarjeta 1

Los tres siguientes puntos de prueba permiten ver la señal ya procesada por el amplificador de instrumentación la señal obtenida se puede observar en las figuras 8 y 9.

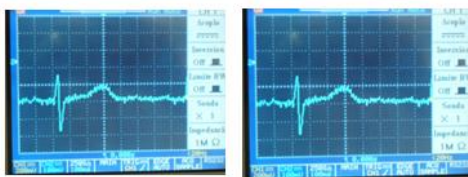


Figura 9. Punto de prueba TP1y TP2

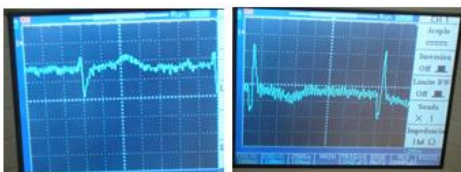


Figura 10. Puntos de prueba TP3 TP4

Para poder observar la señal en cada uno de los puntos de prueba anteriormente descritos, se debe tener en cuenta que hay que variar de posición la llave selectora. Ver figura 11.

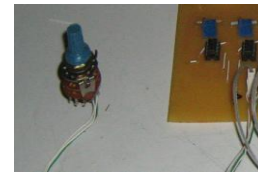


Figura 11. Llave selectora

En la tarjeta dos, encuentra dos puntos de prueba los cuales corresponde a la etapa de amplificación y a la etapa de filtrado, en la etapa de amplificador lo que se hace como su nombre lo indica es amplificar la amplitud de la señal mediante un amplificador no inversor el cual esta implementado con LF-353 y un par de resistencias. Para esta etapa el cálculo matemático aplicado fue el siguiente: [8]

La ganancia del amplificador es de G = 10.

$$G = \frac{R_F}{R_1} + 1 \quad (2)$$

Por tanto, RF corresponde a la resistencia de realimentación y R1 a la de alimentación, multiplicando el voltaje de entrada por la ganancia obtenemos el voltaje de salida.

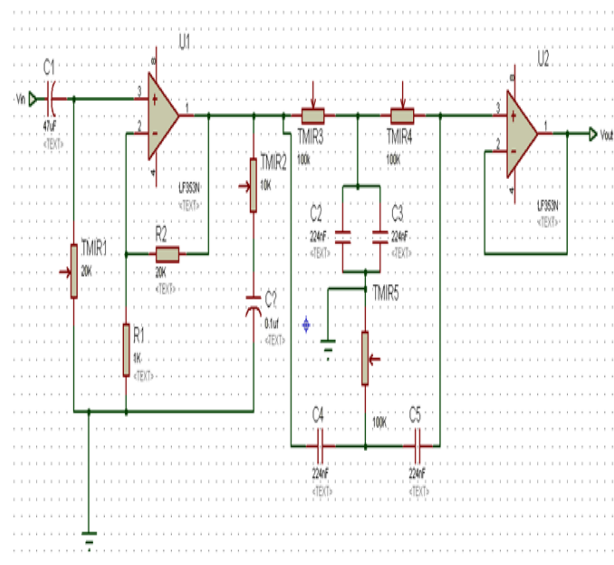
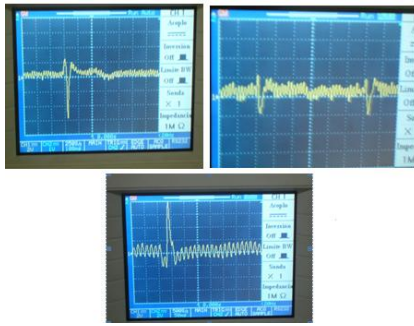
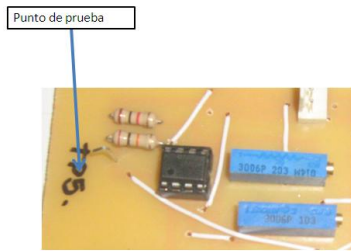


Figura 12. Diagrama electrónico tarjeta 2

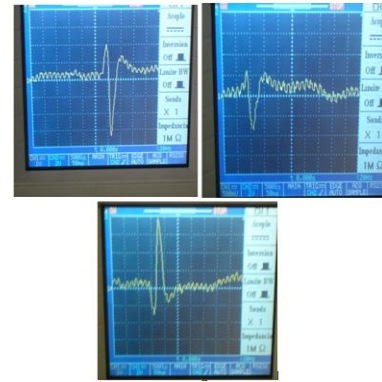
El punto de prueba de esta etapa esta denotado como TP5, la señal obtenida debe ser similar a las siguientes figura.



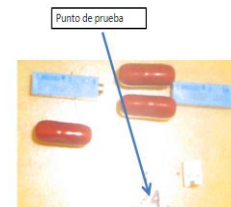
**Figura 13. Punto de prueba TP5 derivación 1 (RA-LA) .TP5 derivación 2 (RA-LL), TP5 derivación 3 (LA-LL)**



**Figura 14. Punto de prueba TP5**

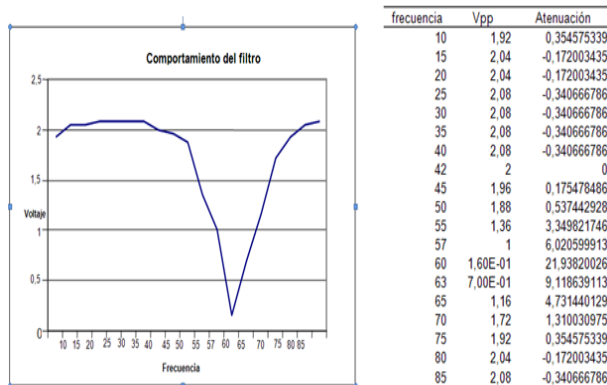


**Figura 16. Puntos de prueba TP4 derivación 1 (RA-LA), TP4 derivación 2 (RA-LL) TP4 derivación 3 (LA-LL) y TP4 derivación 3 (LA-LL)**



**Figura 17. Punto de prueba TP4**

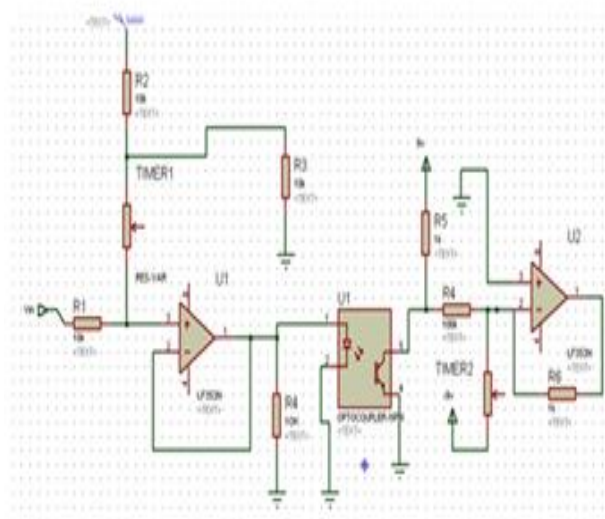
En la etapa de filtrado lo que se hace es eliminar el ruido de 60Hz el cual afecta en gran medida la señal por ser una señal de frecuencia tan baja, hay dos tipos de filtros los activos los cuales contienen un amplificador operacional y los pasivos los cuales se componen solo de elementos pasivos como resistencias, condensadores e inductores, el filtro desarrollado para esta aplicación en particular es de tipo pasivo. Para esta parte se utilizaron 3 trimer y 4 condensadores de 224nF, este tipo de circuitos es conocido como filtro Notch y su comportamiento es el mostrado en la siguiente figura:



**Figura 15. Comportamiento filtro Notch**

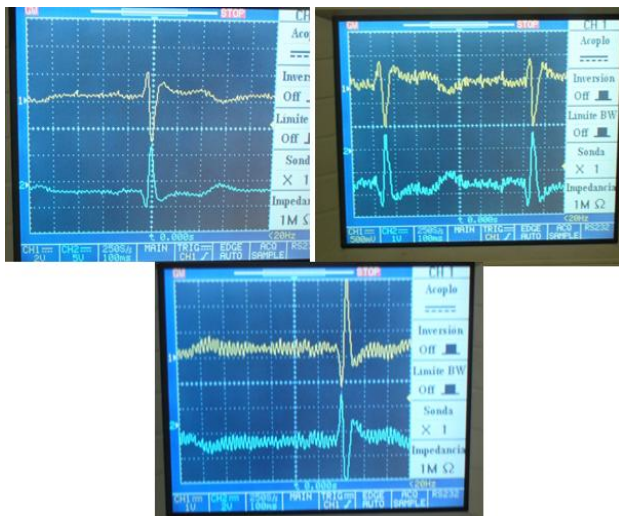
La señal obtenida en esta etapa debe ser similar a las siguientes figuras:

La tercera tarjeta ver figura 18, cuenta con dos etapas la primera es una etapa de aislamiento para protección del paciente la cual se realiza mediante un optoacoplador el elegido es el mtc20 fabricado por Farchild semiconductores en esta etapa lo que se logra es poner un nivel dc mediante la configuración del circuito interno el cual se compone de un LED y un fototransistor, al momento de presentarse un corto el dispositivo no lo deja pasar al otro lado permitiendo la protección del paciente.



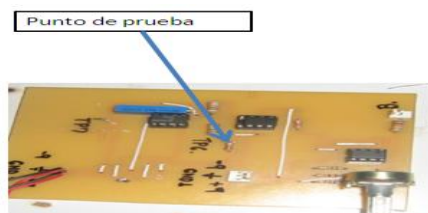
**Figura 18. Diagrama electrónico tarjeta 3**

El punto de prueba es el TP6 y la señal debe ser similar a las siguientes figura:



**Figura. 19** Punto de prueba TP6 derivación 1 (RA-LA) TP6-azul, TP4- amarillo, TP6 derivación 2 (RA-LL), TP6-azul tp4- amarillo. TP6 derivación 3 (LA-LL), TP66-azul TP4- amarillo

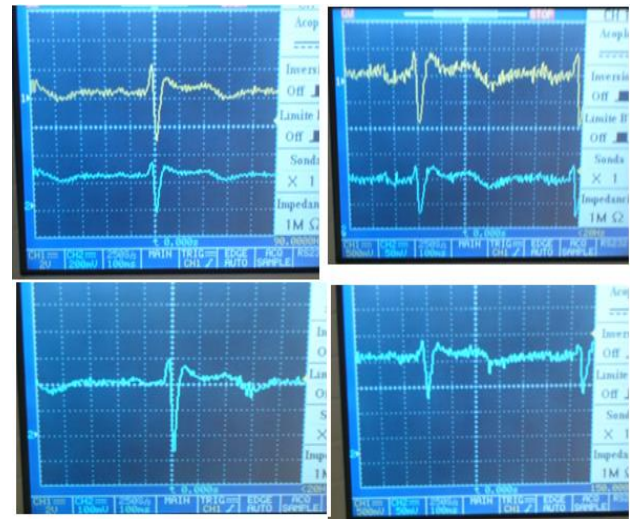
La segunda parte de esta tarjeta es la de un atenuador el cual se utiliza para la entrada del computador la cual se realiza mediante el puerto de sonido y los datos obtenidos con procesados en labview.



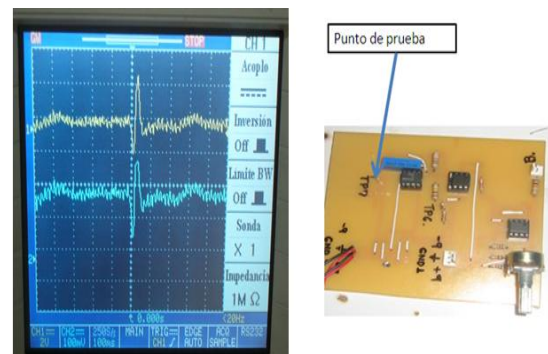
**Figura. 20.** Punto de prueba TP6

Esta etapa se compone de un LF353 y un juego de resistencia para lograr la atenuación la ecuación aplicada es la misma del amplificador, la diferencia es que la resistencia de realimentación es más pequeña que la de entrada.

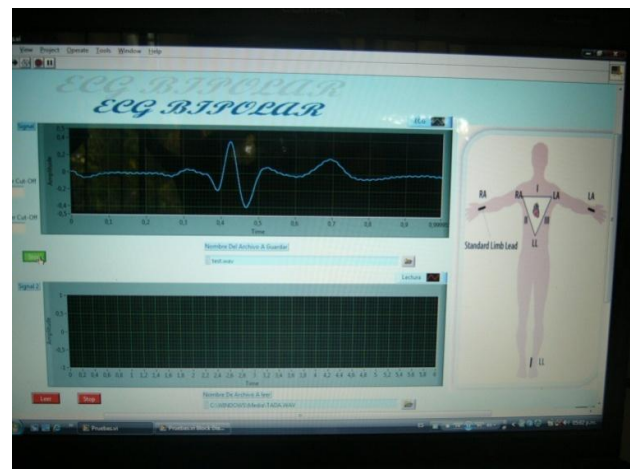
El punto de prueba esta denotado como TP7 y la señal debe ser similar a la figura 21



**Figura 21.** Puntos de prueba de TP7 derivación 1 (RA-LA) TP6-azul tp4- amarillo, TP7 derivación 2 (RA-LL), TP6-azul tp4- amarillo TP7 derivación 3 (LA-LL)

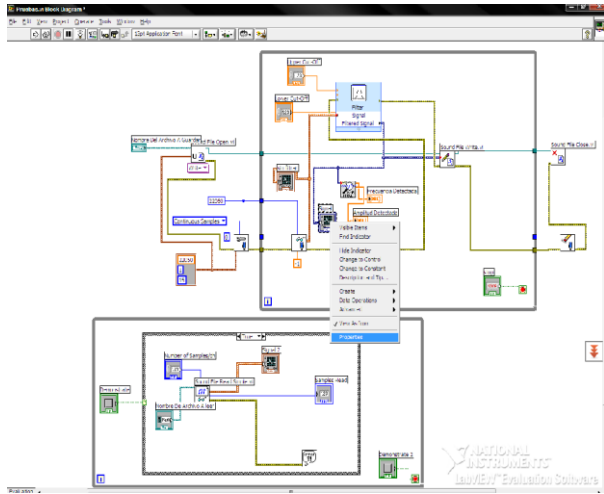


**Figura 22.** Punto TP6-azul TP4- amarillo y punto de prueba



**Figura 23.** Panel frontal ECG en Labview

## 2.4 Programa del electrocardiógrafo en LABVIEW



**Figura 24. Programa**

## 2.3 Electrodo utilizados

Se utilizaron electrodos superficiales para electrocardiografía, tipo broche de cloruro de plata, para adulto. Ver figura 24.

## 2.4 Medidas de seguridad.

Para poder desarrollar esta práctica la persona que va ser el objeto de estudio no debe sufrir del corazón ni tener problemas de tensión arterial.



**Figura 24. Electrodo.** [9]

Los electrodos deben colocarse y tomar el examen, no deben quitarse y ponerse por que pueden perder el gel y dañar la toma de señales.

Antes de conectar a la persona revise las conexiones, el dispositivo está aislado pero es mejor prevenir.

Después de esto desarrolle la práctica con la mayor seriedad posible y responsabilidad recuerde que está probando un dispositivo electrónico sobre un ser humano y cualquier irregularidad puede causar daños irreparables.

## 3. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- Las tarjetas así diseñadas son de gran importancia para la adquisición de la señal ECG y su tratamiento a través de diferentes sistemas de procesamiento.

- Estos procesos de captura y su posterior gráfica sirven para que los estudiantes realicen análisis comparativos con señales reales y procedan a identificar las diferentes variables de la señal ECG.

- Se pueden también procesar estas señales para el caso de diferentes tipos de arritmias y detectar con los programas que los analizan los factores desencadenantes para tales enfermedades.

## 4. BIBLIOGRAFÍA

[1] Joseph J. Carr y John M. Brown. Introduction to Biomedical Equipment Technology. Editorial Prentice Hall. Tercera Edición.

[2] Bronzino Joseph. The Biomedical Engineering Handbook. Editor in Chief. CRC PRESS –IEE PRESS, 1995.

[3] Webster J. Encyclopedia of Medical Device and Instrumentation. Vol 1 al 4. Editor in Chief Wiley J. and Sons. 1988.

[4] Aston Richard. Principles of Biomedical instrumentation and Measurent. Editorial Merrill Publishing. 1990.

[5] Geddes L. A. Baker L. E.. Principles of Applied Biomedical Instrumentation. Editor Willey and Sonns 1989. Tercera edición.

[6] Webster John G. Medical Instrumentation Aplication and Design. Editorial Prentice Hall. Segunda Edición.

[7] CROMWELL F. J. Weibell y otros. Instrumentación y Medidas Biomedicas. Editorial Marcombo.

[8] Hoenig Stuart A. y Scott Daphne H. Aparatos Médicos Eléctricos. Funcionamiento y Medidas de Seguridad. Editorial Limusa.

[9] [www.3amedical.com.ve](http://www.3amedical.com.ve)