

MEDIDOR DE FRECUENCIA RESPIRATORIAJesús Rodríguez FrancoCuauhtémoc Carbajal Fernández

Depto. de Farmacología y Toxicología, Sección Bioelectrónica
CINVESTAV-IPN, México 07000 D.F.

RESUMEN

Aquí se describen los criterios de diseño de un Medidor de Frecuencia Respiratoria que utiliza los mismos electrodos de EKG para efectuar la medición. Este instrumento se basa en los cambios de impedancia para detectar la respiración.

En la Sección de Bioelectrónica del Depto. de Farmacología y Toxicología del CINVESTAV-IPN se desarrolló y construyó una Unidad de Cuidados Intensivos que cuenta con un módulo medidor de frecuencia respiratoria; se basa en la detección de los cambios de impedancia del tórax. Esta Técnica utiliza tres electrodos, dos de los cuales sirven para detectar la señal y el otro en la referencia.

El aparato utiliza los mismos electrodos, que usa la sección preamplificadora de la señal eléctrica generada por el corazón.

D I S E Ñ O

Descripción General Se utiliza un oscilador que entrega una señal senoidal de 100 KHz entre los electrodos aplicados al paciente: por ellos circula una corriente de intensidad menor de 100 μ A. Las variaciones de impedancia que ocurren en el tórax durante el ciclo de la respiración modulan la amplitud de la señal senoidal; el resultado es amplificado cientos de minivoltios. Posteriormente es demodulada la señal, pasando por filtros de segundo orden activos, con un ancho de banda de 0.1 a 10Hz. A continuación la señal es amplificada nuevamente en la siguiente etapa se corrige automáticamente la basal, posteriormente a un comparador

para obtener una señal cuadrada, asegurándose de esta forma que pueda ser reconocida por los circuitos de conteo. Como último paso se duplica el número de pulsos que entrega el comparador: esto es con el propósito de que los pulsos recibidos en 30 seg. puedan ser expresados como respiraciones /min.

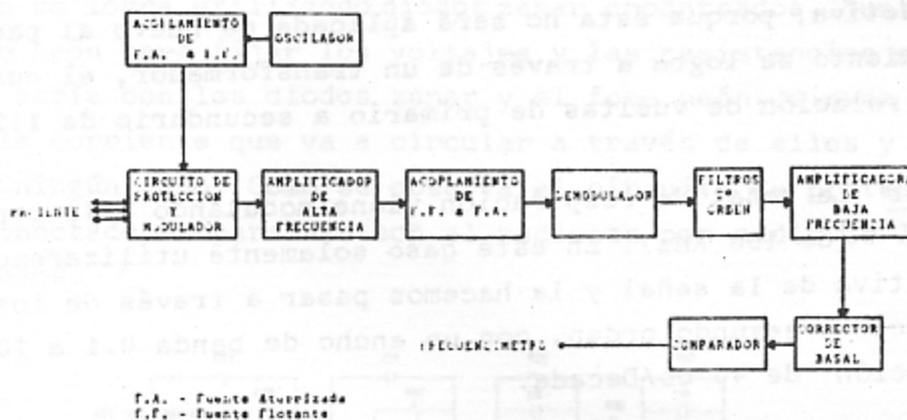


Diagrama a bloques

Circuito Oscilador El circuito oscilador se construyó con la configuración del puente de wien, con él se obtiene una señal senoidal aceptablemente conformada a una frecuencia de 100KHz y un nivel de voltaje de 9Vpp. Este circuito es alimentado por una fuente aterrizada efectivamente por lo que es necesario aislar al paciente electricamente para evitar posibles accidentes que pueden ser entre otros: quemaduras, fibrilación. Esto se logra utilizando un transformador acoplador, teniendo una relación de vueltas 1:6 y una capacidad de 55 pfd, la cual cumple con los requisitos de aislamiento.

Como se utilizan los mismos electrodos para medir la señal de electrocardiografía, se hace necesario tener un aislamiento de la misma, esto se obtiene con los condensadores C₃, C₄, C₅ y C₆.

(Ver Figura N° 1).

Amplificador de Alta Frecuencia Para esta etapa se utilizó la configuración conocida con el nombre de amplificador de instrumentación, la cual presenta una alta impedancia de entrada y gran rechazo a señales en modo común. Su función es la de amplificar la señal del orden de milivoltios a voltios, y al mismo tiempo impide el paso de señales de baja frecuencia.

Acoplamiento de fuente flotante a fuente aterrizada. En esta etapa ya no es necesario seguir trabajando la señal aislada de tierra efectiva, porque ésta no será aplicada de nuevo al paciente. El acoplamiento se logra a través de un transformador, el cual tiene una relación de vueltas de primario a secundario de 1:1.

Demodulador La señal de respiración viene modulando a la portadora (de 100 KHz). En este caso solamente utilizaremos la parte positiva de la señal y la hacemos pasar a través de los filtros activos de segundo orden, con un ancho de banda 0.1 a 10 Hz y una atenuación de 40 db/Decada.

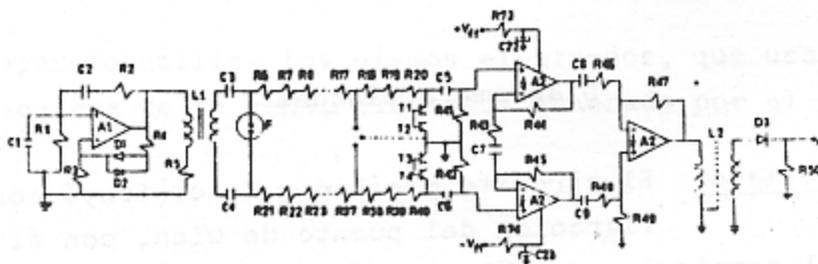


Figura N° 1

Amplificador de baja frecuencia. La señal que recibimos después de los filtros es únicamente la señal de respiración, siendo amplificada en esta etapa cuatro veces.

Corrector basal. Se encarga de que nuestra señal de respiración esté cambiando alrededor de un punto de origen que en este caso es cero voltios. Esto se logra con un filtro pasa bajos formado por las resistencias R62, R64 y el condensador C17 (Ver figura N° 2).

Comparador. Se trata de un comparador con histéresis. El voltaje de referencia es 40 mV.

Circuito de Protección. Se encarga de proteger al aparato contra los voltajes que se le apliquen al pecho del paciente en casos de fibrilación. El circuito quedó conectado entre los condensadores del circuito discriminador de señales electrocardiográficas como se observa en la figura N° 1. La protección se logra utilizando diodos zener encontrados, junto con un foco neón para fijar los voltajes y las resistencias conectadas en serie con los diodos zener y el foco neón, sirven para limitar la corriente que va a circular a través de ellos y no causarles ningún daño. Como se observa el circuito de protección está conectado en paralelo con el paciente por medio de los electrodos.

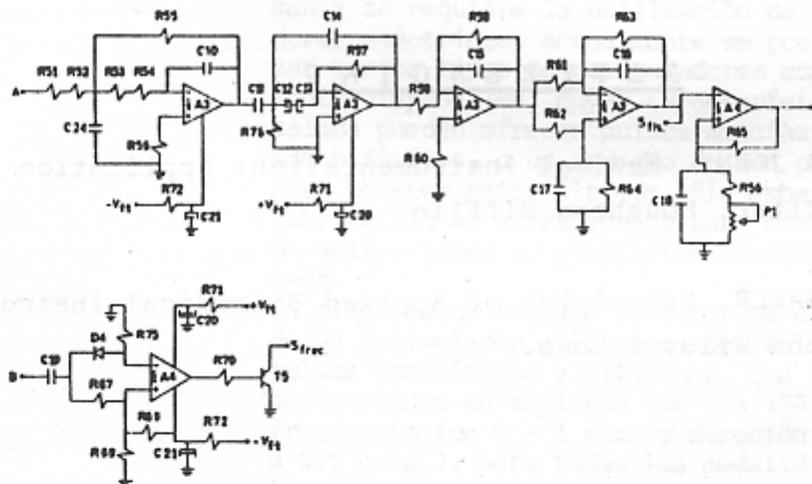


Figura N° 2

ENSAYO

Se realizaron pruebas en veinte personas con distinta complejión atlética, lográndose obtener para todos los casos lecturas correctas.

Para registrar la baja frecuencia respiratoria se realizaron pruebas con personas en total reposo y en ocasiones dormidas, ya que en estas condiciones el principio usado para el registro presenta una mayor dificultad.

Todas las mediciones que se realizaron fueron observadas en el frecuencímetro y fisiomonitor (en forma analógica) de la Unidad de Cuidados Intensivos, como en forma directa contando las respiraciones por minuto (tomándose el tiempo con un cronómetro). Encontrándose un error en ciertas ocasiones en la lectura de una respiración de más o de menos en un minuto.

DISCUSION Y CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos con el prototipo fueron altamente satisfactorios, porque se logró medir la frecuencia respiratoria con gran precisión utilizando los mismos electrodos con que se registra la señal de electrocardiografía.

REFERENCIAS

- 1 G. WEBSTER JOHN. Medical Instrumentation: Application and design. Editor, Houghton Mifflin.
- 2 GEDDES & BAKER. Principles of Applied Biomedical Instrumentation. John Wiley & Sons.