

## 2.1 Construcción de un detector de ruidos cardiacos

### 2.1.1 Objetivo

Implementar un sistema de procesamiento de ruidos cardíacos empleando un transductor piezoeléctrico y acondicionamiento de señales

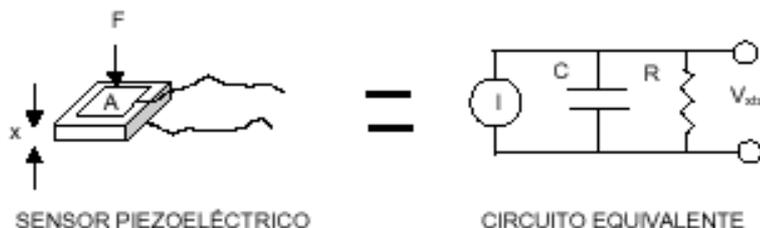
### 2.1.2 Materiales

- Transductor piezoeléctrico en forma de lámina de 2 cm de diámetro. (Piezo-buzzer).
- 1/8 lb. de Silicona Elástica para fabricar moldes, ("Silicón desmoldante", o caucho silicona. Viene en dos Componentes, y se consigue en "Alfaquímicos Ltda.").
- 1,50 mt. de cable blindado "duplex" para micrófono.
- 1 Adhesivo epóxico rápido- transparente. Sintesolda®, o equivalente.
- 2 Espátulas para mezclar la silicona y la resina epóxica.
- 30 cms. de cinta adhesiva Velcro® de 2cm. de ancho.
- Varias tapas plásticas de frascos con un diámetro interno un poco mayor que el de los traductores (La tapa en la que viene el transductor también sirve si se tata con cuidado o se puede diseñar una en Polietileno, ABS o cualquier otro material adecuado).
- Amplificadores operacionales, resistencias y condensadores.

### 2.1.3 Teoría

Los transductores piezoeléctricos fueron ampliamente utilizados en el pasado siglo como sensores del sonido en los viejos "tocadiscos". Su funcionamiento se basa en lo siguiente: Al aplicarle una fuerza al sensor, éste produce un campo eléctrico; o bien al aplicarle al sensor un campo eléctrico, éste produce una contracción mecánica.

El sensor se construye de cristal de cuarzo, pero hoy en día se utiliza el titanato de bario en cerámica y de zirconato-titanato de plomo, así como de películas poliméricas tales como el "polivinil-difluoruro" (PVDF). Estas últimas películas presentan muy buenas características mecánicas, y son ampliamente usadas en micrófonos y parlantes de baja potencia (Como los parlantes utilizados en los juguetes, los multímetros electrónicos, etc.).



De la figura anterior puede notarse que el transductor produce un cambio de la carga en la superficie del cristal, proporcional al cambio de la fuerza aplicada. Este cambio carga el condensador y produce a su vez un voltaje dado por:

$$\Delta V = Q \cdot \Delta F / (\epsilon \cdot (A/x))$$

En donde:

Q = Cantidad de carga generada, por unidad de fuerza aplicada.

$\epsilon$  = Constante dieléctrica del material.

A = Área del cristal, normal a la fuerza aplicada.

x = Espesor del cristal.

Debido a que el cristal posee una resistencia interna muy elevada (alrededor de 10GW), es lógico que el circuito opere con su constante de tiempo, y por lo tanto al cabo de cierto tiempo esa carga llegue a ser igual a cero. Por ello el transductor piezoeléctrico no puede ser utilizado para medir fuerzas estables. Del circuito anterior, puede observarse que él opera como un filtro "pasa-altos".

Como ventajas del transductor piezoeléctrico, pueden darse las siguientes:

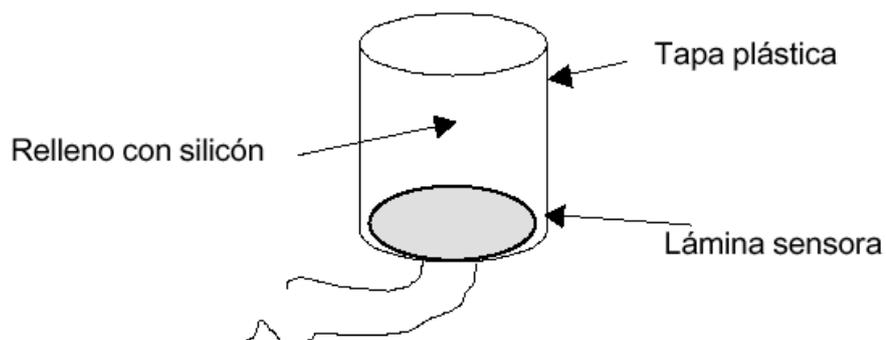
Su uso es muy simple.

Es relativamente lineal.

Es muy sensitivo.

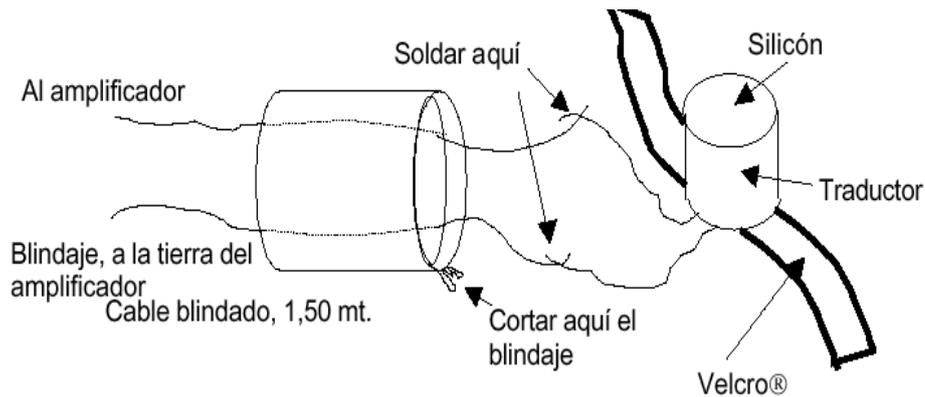
#### 2.1.4 Procedimiento

En el fondo de una tapa plástica de un frasco cualquiera (o la tapa en la que viene el transductor), cuyo diámetro interno sea un poco mayor que el diámetro del transductor piezoeléctrico, colóquese el transductor piezoeléctrico de 2 cm. de diámetro, teniendo en cuenta el dejar dos orificios para pasar por ellos ambos cables de conexión del transductor.



Preparar una cantidad del silicón para moldes ("Silicón desmoldante") igual a la capacidad de la tapa recipiente. Con precaución, vaciar lentamente el silicón sobre el traductor, dentro de la tapa. Rellenar toda la tapa con el silicón, hasta quedar el nivel 1 mm. por encima de la altura de la tapa y deje secar la preparación por lo menos 24 horas.

Una vez seco el transductor, proceder a soldarle a sus terminales, los dos extremos de un cable "duplex" blindado para micrófono, y fijarlo de alguna forma a la tapa para prevenir que se suelten las conexiones. Si se desea, aplicarle con resina epóxica una cinta de Velcro® de 30 cm. tal como se indica en la figura.



## DISEÑO DEL AMPLIFICADOR

Diseñar un amplificador, con la ganancia adecuada, que tome la señal del transductor piezoeléctrico y entregue una señal entre -5 V y 5V.

El amplificador debe tener las siguientes consideraciones para su diseño:

- Tener una alta impedancia de entrada.
- La ganancia total está dada por el voltaje máximo entregado por el transductor construido.
- Debe tener un filtro pasabandas con un ancho de banda adecuada para los ruidos cardiacos (0.1 y 2000 Hz).
- Diseñe tantas etapas de amplificación como crea conveniente.

Aplicar el transductor construido a un paciente, bien sea en el pecho, alrededor de un brazo o de un dedo, con el lado que presenta el silicón hacia la piel del paciente. Conectar el otro extremo del cable blindado a las dos entradas del amplificador construido y observar la amplitud del complejo de pulso en un osciloscopio digital.

### 2.1.5 Informe

Dibujar el complejo observado cuando se aplicó el transductor al circuito de amplificación, e indicar el período y la amplitud de la onda

Período de la onda.....\_\_\_\_\_

Amplitud de la onda de salida.....\_\_\_\_\_

Amplitud de la onda a la salida del transductor.....\_\_\_\_\_

Explique el comportamiento general del sistema diseñado.