

TRANSDUCTORES CAPACITIVOS

Un capacitor o condensador consiste en dos superficies conductoras separadas por un material dieléctrico, el cual puede ser un sólido, líquido, gas o vacío.

La capacitancia (Coulombs por Volts) se mide en Faradios, y su magnitud depende de:

- a).- La naturaleza del material dieléctrico,**
- b).- El área de las superficies conductoras (placas) y**
- c).- La separación entre las placas.**

La capacitancia se altera al cambiar cualquiera de esos factores.

Si un capacitor de placas paralelas tiene sus placas idénticas (es decir la misma área en cm^2), las cuales están separadas una distancia d (en cm) y en la separación se coloca un material de constante dieléctrica K , la capacitancia puede calcularse como:

$$C_{\text{pF}} = 0.0885 (A/d) * K$$

Ya que la constante dieléctrica es ligeramente más alta que la constante en vacío, K puede tomar el valor de uno (1) para capacitores de aire. Así, un capacitor que consiste de dos placas de 1 cm^2 de área separadas por aire 1 mm tiene una capacitancia de 0.885 pF, es decir, un poco menor de 1 pF.

Cambiando las unidades dimensionales al sistema de medidas americano, un capacitor con 2 placas de 1 in^2 de área separadas por aire 0.1 in exhibe una capacitancia de 2.17 pF. Es decir un poco más de 2 pF.

Esta relación es válida solo para distancias de separación muy pequeñas en comparación al tamaño de las placas. Generalmente se emplea corriente alterna para obtener señales que reflejen el valor de la capacitancia, en estos casos realmente se mide la reactancia capacitiva.

* Circuito para Detección de cambio en capacitancia.

Un método muy utilizado para detectar un cambio en la capacitancia de un transductor emplea un circuito puente como el que se muestra en la figura siguiente.

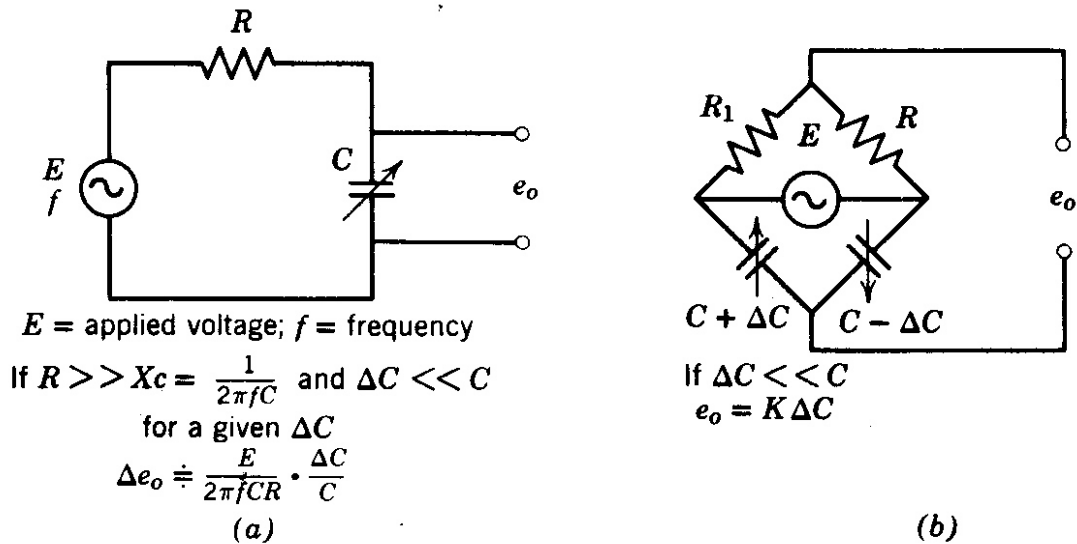


Figure 4-1. Capacitive transducer circuits: (a) series circuit; (b) bridge circuit.

En un transductor de capacitancia diferencial cada capacitor se colocará en brazos adyacentes del circuito puente. El evento a detectar causará un incremento de la capacitancia en uno de los lados del puente y un decremento en el otro lado. En esta configuración, la señal de salida tendrá el doble de magnitud que la que se obtendría si se detectara con un solo capacitor (fig 4-1^a). Esta técnica se caracteriza por un alto grado de estabilidad ante cambios de temperatura.

Frecuentemente se utilizan los transductores capacitivos para detectar desplazamientos mecánicos al moverse una o ambas placas del capacitor, la siguiente figura ilustra algunos de los métodos en los cuales puede utilizarse, para estos casos, el cambio de capacitancia.

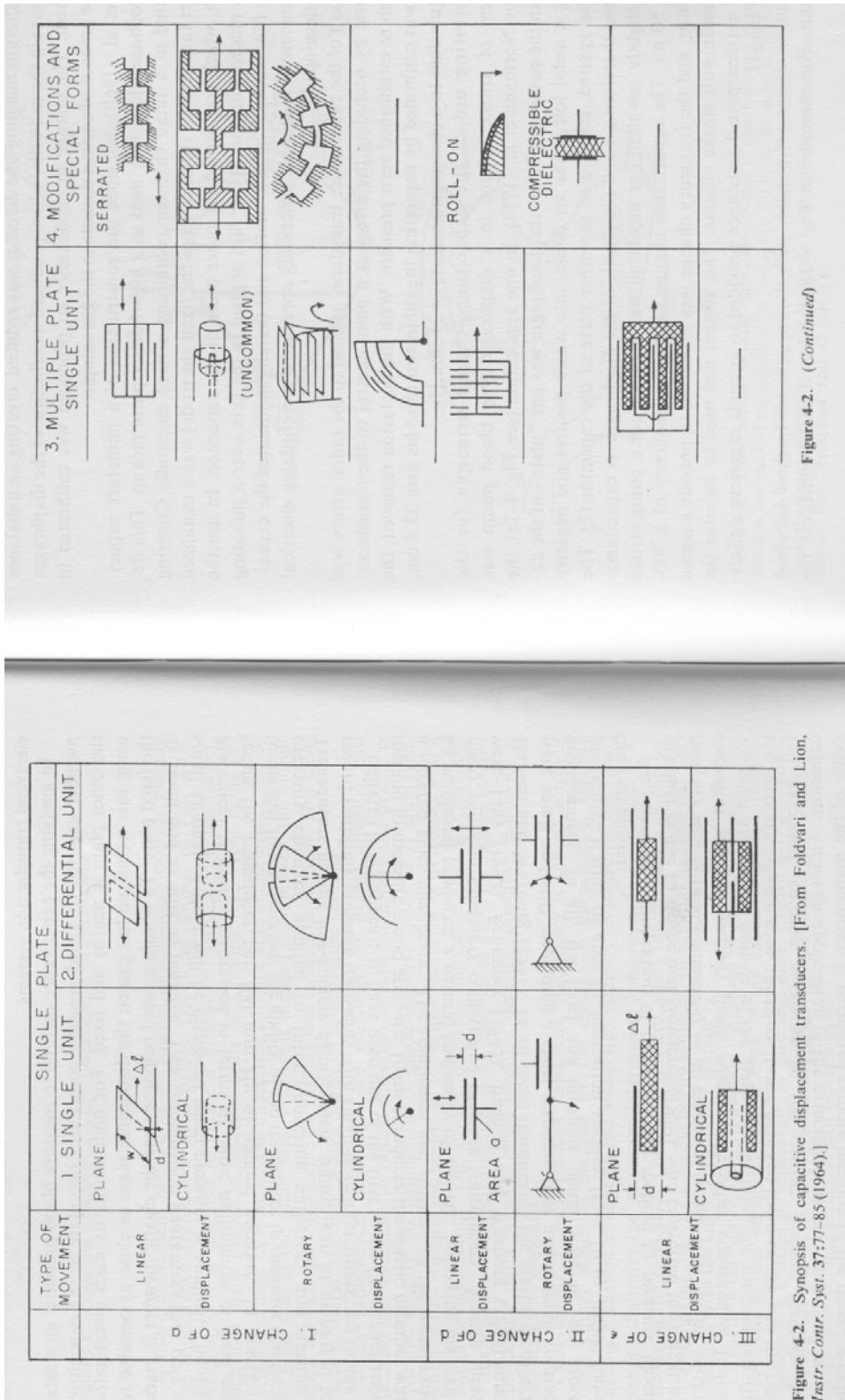


Figure 4-2. Synopsis of capacitive displacement transducers. [From Foldvari and Lion, *Instr. Contr. Syst.* 37:77-85 (1964).]

CLASE 10 -- INGENIERÍA BIOMÉDICA

Los transductores capacitivos se han utilizado para la medición de eventos fisiológicos, particularmente para la medición de presión sanguínea.

En este método se utiliza un elemento elástico expuesto a la presión sanguínea y que constituye una placa del capacitor, la otra placa esta muy cerca y es fija.

Para obtener alta sensibilidad será necesario colocar la placa móvil tan cerca como sea posible de la otra. Para obtener una respuesta rápida en el tiempo la pieza elástica deberá ser pequeña y tan rígida como sea posible. Esta combinación garantiza que solo una pequeña cantidad de fluido será desplazado cuando se aplique presión. El desplazamiento será expresado en términos de milímetros cúbicos de fluido entrando en el transductor por cada 100mm de Hg. de presión aplicada.

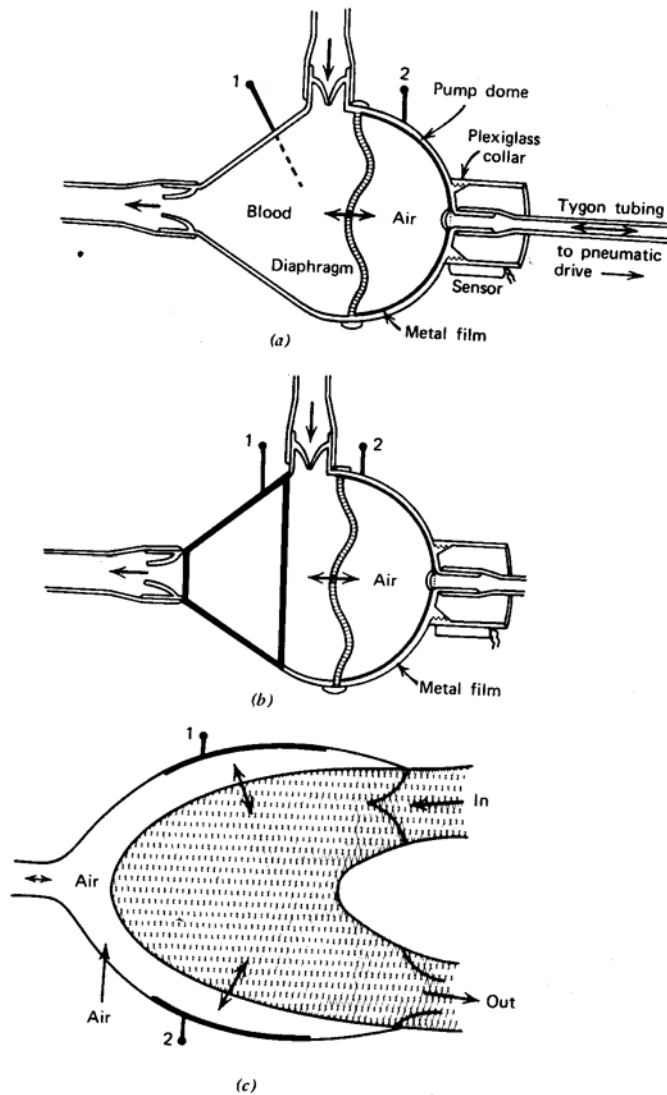
También se ha utilizado el transductor capacitivo para detección, con radiación infrarroja, de bióxido de carbono gaseoso en un analizador. El detector, algunas veces referido como micrófono de gas, consiste de dos cámaras llenas de bióxido de carbono, cada una con una ventana para la admisión de radiación infrarroja. Entre las cámaras hay un diafragma que se puede dilatar, el cual constituye una placa del transductor capacitivo y muy cerca de ella hay una segunda placa que es la segunda placa del capacitor.

Cuando el bióxido de carbono, encerrado en las cámaras, absorbe energía infrarroja, la presión sube en proporción de la cantidad de radiación absorbida. Ambas ventanas son expuestas a la fuente de radiación infrarroja. En frente de la ventana de una de las cámaras se coloca un tubo, transparente a la radiación infrarroja, conteniendo el gas a ser analizado.

Así, cuando la muestra de gas a analizar (que contiene bióxido de carbono) esta presente, la cantidad de radiación infrarroja que alcanza a una de las cámaras se reduce, creando un desbalance de presión entre las dos cámaras, lo cual provoca una deflexión del diafragma que esta entre estas y un cambio en la capacitancia presente entre las placas. El cambio en capacitancia indica la cantidad de bióxido de carbono en la muestra de gas.

CLASE 10 -- INGENIERÍA BIOMÉDICA

En la siguiente figura se muestra otra aplicación de transductores capacitivos para determinación del volumen de impulso generado por el corazón en el fluido sanguíneo. En el primer caso la sangre representa una de las placas del capacitor y el diafragma y el aire representan el dieléctrico. En el segundo y tercer caso no hay contacto con la sangre. Los tres casos presentan cambios en capacitancia debido a cambios en características (distancia y tipo) del dieléctrico.



Capacitores Biológicos.

Una aplicación poco usual de emplear el principio de cambio en la capacitancia de un transductor es utilizar la propiedad dieléctrica de los tejidos para que sean, en sí mismos, un capacitor.

En estudios de flujo sanguíneo se aplica el método de cambio en la capacitancia en humanos al colocar un electrodo sobre el pecho y el otro en contacto con la espalda. Usando una corriente de ultra alta frecuencia (10.7 MHz) y modulada por la respiración y las descargas sistólicas del corazón, fue posible detectar cambios en la capacitancia, llamando a este método "Dielectrografía".

Cuando el método capacitivo se emplea colocando electrodos dentro, en o cerca de tejido vivo, se dificulta el conocer los cambios en la capacitancia pues los circuitos que forman contienen componentes tanto resistiva como capacitiva. Así, lo que en realidad se estaría midiendo es un cambio de impedancia.

Características de un Transductor Capacitivo.

En muchas aplicaciones pueden emplearse los transductores capacitivos para detectar cambios en dimensiones sin estar en contacto con el elemento en movimiento. Por esta razón los transductores capacitivos, frecuentemente llamados detectores de proximidad, están libres de cargas, fricciones y errores de histéresis.

Otra característica del transductor es que la capacitancia no depende de la conductividad de sus placas. Por lo tanto los errores debido a la temperatura son extremadamente pequeños si no es que ausentes, ya que las dimensiones de las placas prácticamente no dependen de la temperatura y la variación de la constante dieléctrica del aire debida a la temperatura es muy pequeña.

Debido a que la impedancia de salida de un transductor capacitivo es muy alta, se requerirá de cable blindado para conectarlo al equipo electrónico (lo más recomendable es utilizar cable coaxial). En muchas aplicaciones el tipo de cable utilizado para las conexiones merece consideraciones especiales ya que su capacitancia estaría en paralelo con la del capacitor del transductor, por lo que se requerirá de un cable coaxial de baja capacitancia.

CLASE 10 -- INGENIERÍA BIOMÉDICA

En algunas ocasiones el problema de error presentado por la alta impedancia del transductor capacitivo puede ser eliminada al colocar parte del circuito de procesamiento dentro del mismo transductor. Con esta técnica es posible incorporar un transformador de impedancia que provea una impedancia de salida baja, permitiendo localizar el transductor a cierta distancia del equipo de procesamiento.