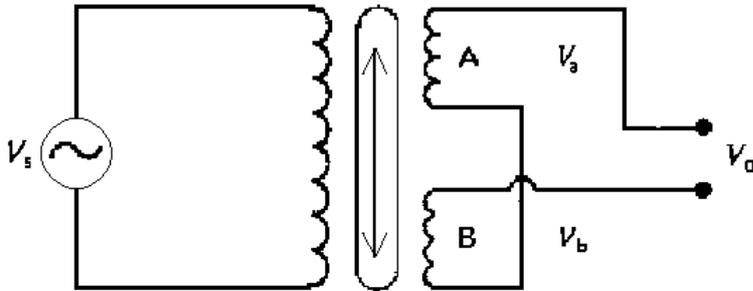


8.- REACTANCIA VARIABLE

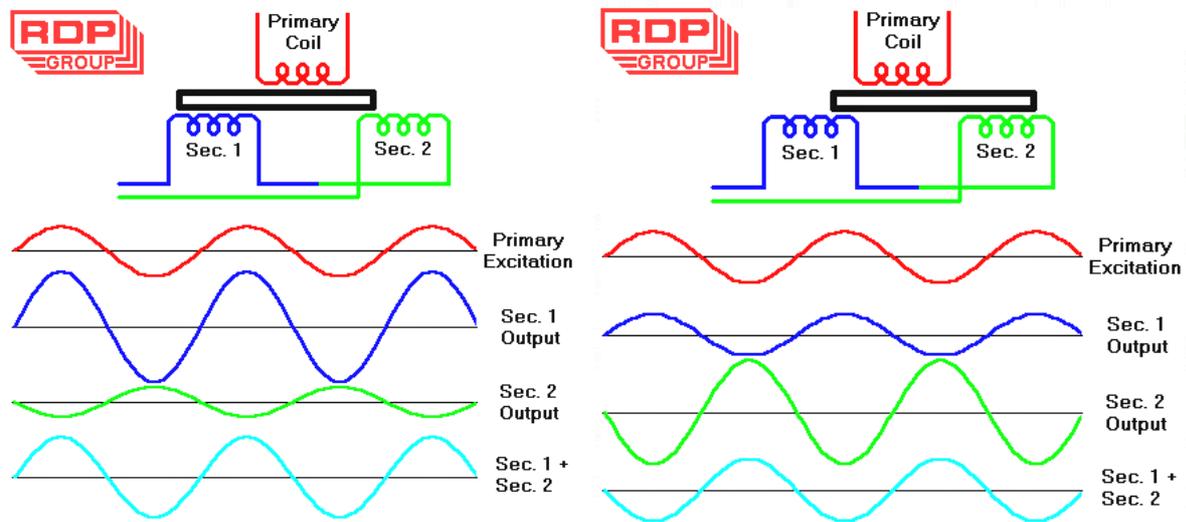
8.1.- LDVT (LINEAR VARIABLE DIFFERENTIAL TRANSFORMER)



8.1.1.- FUNCIONAMIENTO

Convierte el movimiento del núcleo en variación de la tensión alterna

- **Primario:** Alimentación
- **Secundario:** Dos secundarios conectados en oposición-serie



Supongamos una tensión de excitación del primario de la forma:

$$V_s = V_m \cdot \text{sen } \omega t$$

La fuerza electromotriz inducida en los secundarios será:

$$\text{Secundario 1: } V_a = K_a \cdot \text{sen } \omega t - \phi$$

$$\text{Secundario 2: } V_b = K_b \cdot \text{sen } \omega t - \phi$$

Tensión de salida:

$$V_o = V_a - V_b = (K_a - K_b) \cdot \text{sen } \omega t - \phi$$

Como puede comprobarse en las figuras anteriores, ante desplazamientos simétricos respecto a la posición de equilibrio sólo varía la fase y no la amplitud de V_o . Esto implica, que para detectar el sentido del desplazamiento, deberemos averiguar la fase.

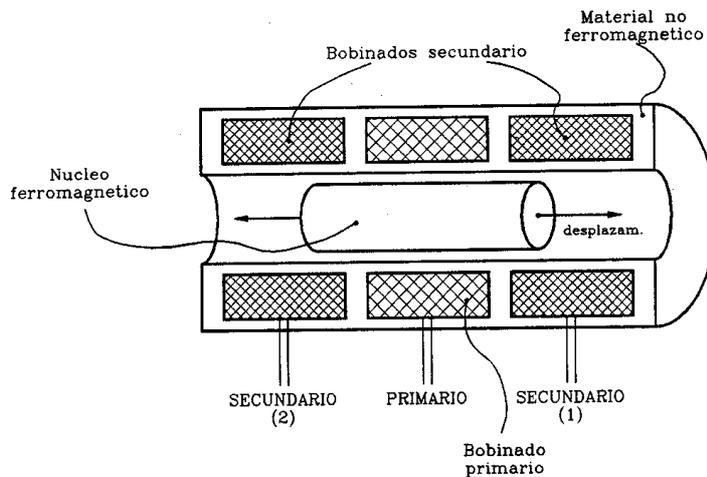
8.1.1.1.- Detección del sentido del desplazamiento

Observar que si el núcleo sufre un desplazamiento hacia la izquierda (imagen izquierda) la señal de salida está en fase con la de excitación. Si el desplazamiento es hacia la derecha, (imagen derecha) estará en contrafase.

Si metieramos ambas señales a un comparador, podríamos saber el sentido del desplazamiento.

8.1.2.- CONSTRUCCIÓN

En la práctica, el transductor consta de tres arrollamientos coaxiales, de los cuales el del centro es el primario y los extremos son los secundarios:

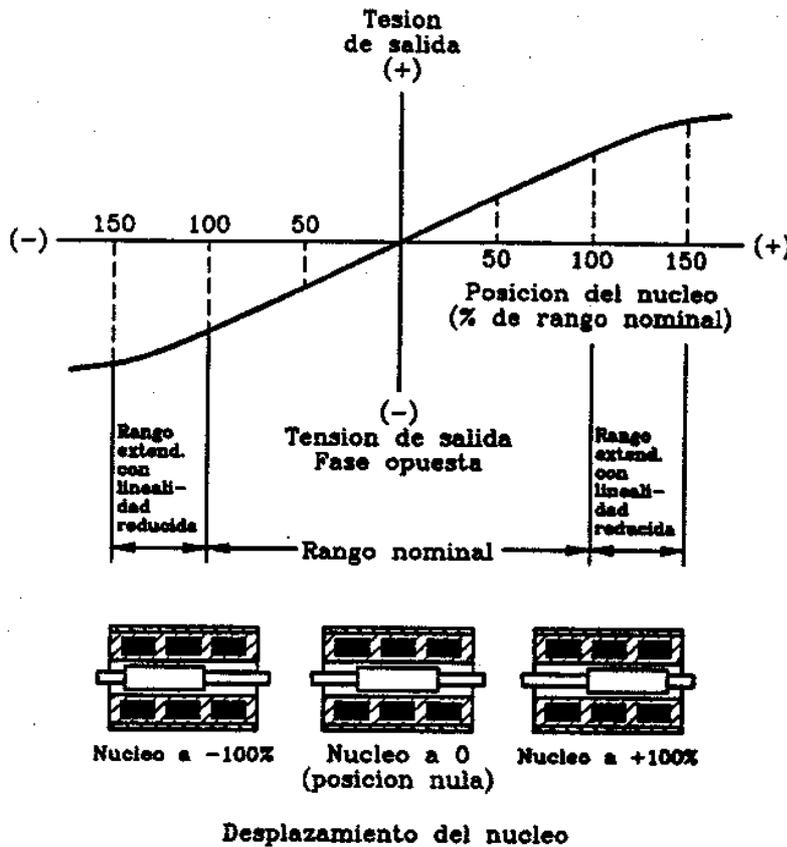


Sección transversal de un LVDT real.

- **Arrollamientos.** Los tres arrollamientos se bobinan sobre un cilindro hueco de material no ferromagnético y aislado eléctricamente.
- **Núcleo.** El núcleo ferromagnético puede acoplarse a una amplia gama de vástagos (véase figura inferior)
- **Carcasa.** La carcasa es de metal ferromagnético con el fin de actuar de barrera frente a las interferencias electromagnéticas.



8.1.3.- SENSIBILIDAD



Sensibilidad = V_o / desplazamiento

Unidades: V/% del rango, V/mm, etc.

Rango nominal: Es la zona de trabajo del LVDT, donde la linealidad se encuentra acotada según las especificaciones (Por ejemplo +/- 5%).

Rango extendido: Fuera del rango nominal todavía podemos desplazar el nucleo, pero a costa de perder linealidad y por tanto precisión.

8.1.4.- CARACTERÍSTICAS

Características fundamentales del LVDT y valores habituales son:

- Tensión de alimentación: $1 \div 50 V_{ef}$
- Frecuencia de alimentación: $50 \text{ Hz} \div 25 \text{ KHz}$
- Masa móvil: $0,5 \text{ g} \div$ decenas de gramos.

8.1.4.1.- Limitaciones

- **Offset:** Debido a capacidades parásitas (i.e. aumentan con la frecuencia de la señal de excitación) entre primario y secundarios, en la posición central la tensión de salida no pasa por cero. Esto implica la inclusión en el acondicionamiento de algún circuito de compensación.
- **Distorsión:** La salida presenta armónicos que pueden eliminarse mediante filtrado paso-bajos.
- **Rango** de medida entre ± 1 mm y menos de 1 m y 45° para los angulares.

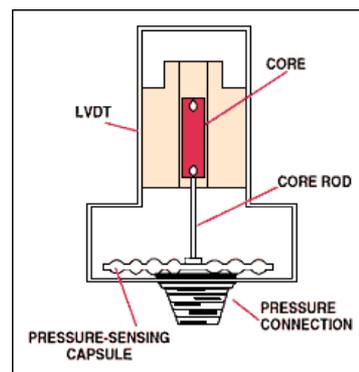
8.1.4.2.- Ventajas

- **Resolución** teórica infinita. Mayor del 0,1% en la práctica (se refiere a 0,1% sobre fondo de escala).
- Alta **sensibilidad** de 1 a 500 mV por voltio de excitación y milímetro de desplazamiento
- Alta **linealidad** (entre 0'05 % y 1% del rango de medida.)
- Al contrario que sucedía con los sensores de desplazamiento resistivos, EL LVDT no requiere contacto, por lo que ofrece un bajo **rozamiento** del nucleo. Este hecho alarga la vida y aumenta la fiabilidad. (P. ej. empleo en ensayos de fatiga)
- Ofrece un **aislamiento** eléctrico entre circuito conectado al primario y el conectado al secundario. Esta circunstancia puede ser útil.
- **Robustez.** Con la carcasa adecuada existen modelos para ambientes hostiles: Temperaturas extremas, presión, radiactividad, corrosión (sumergibles).



8.1.5.- USOS

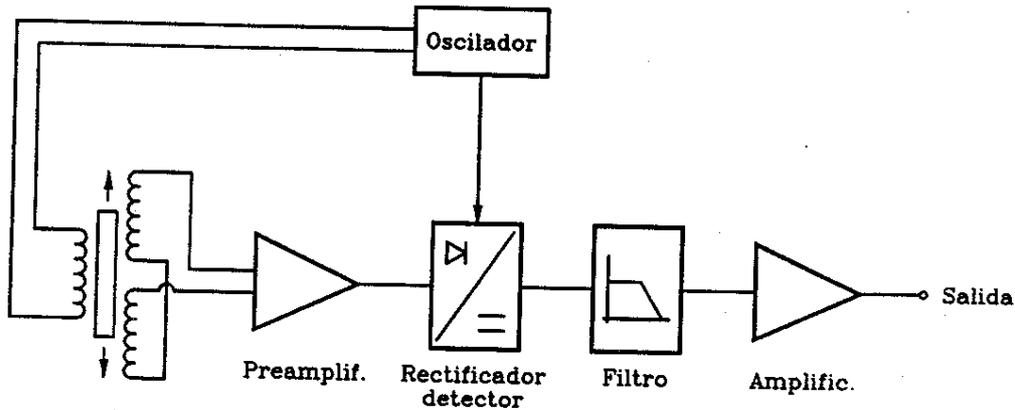
- Palpadores
- Medidas en bancos de ensayo
- Medida de espesor
- Medida de presión



En la imagen sensor de presión basado en un LVDT

8.1.6.- ACONDICIONAMIENTO

La siguiente figura muestra el diagrama de bloques de un acondicionamiento típico.

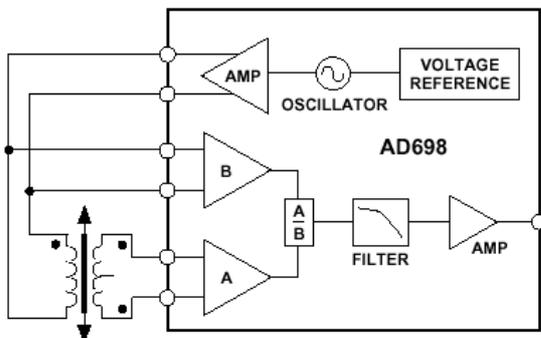


- **Alimentación del primario:** Se genera una señal senoidal mediante un oscilador.
- **Preamplificación** de la señal del secundario
- **Rectificación** de la señal obteniendo una señal continua con rizado.
- **Detección del sentido** del desplazamiento en función de su fase, por ejemplo por comparación con la tensión del primario, ya que como vimos están en fase o en contrafase dependiendo del sentido del desplazamiento
- **Filtrado:** Eliminación del rizado y del ruido.
- **Amplificación** (Necesaria o no dependiendo de donde conectemos la salida. Por ejemplo puede ser innecesaria si conectamos a una tarjeta DAQ que incorpore amplificador)

8.1.6.1.- Acondicionadores integrados

Nos ofrecen en forma de circuito integrado todos los elementos necesarios para el acondicionamiento del LVDT.

ANALOG DEVICES AD698



- Linealidad: 0'05%
- Tensión de salida $\pm 11V$ DC
- La inclusión de un oscilador evita la alimentación AC del LVDT.
- La amplitud y la frecuencia de excitación (20 Hz ÷ 20 KHz) se determinan mediante una resistencia y un condensador externos.
- La salida del secundario es comparada con la excitación (bloque A/B). Esto permite
 - Saber el sentido del desplazamiento.
 - Evitar errores debidos a desplazamientos con la temperatura de la frecuencia del oscilador.

8.1.7.- LVDT INTEGRADOS CON ALIMENTACIÓN DC

Existen LVDTs que incorporan la circuitería de acondicionamiento y que aportan algunas ventajas:

- Vienen calibradas por el fabricante
- Sencillez de uso: solo requieren una fuente de alimentación DC y ofrecen salida DC.
- Mayor tamaño
- Menor robustez