

1. **Tema:** Característica estática de un sensor de inductancia variable.
2. **Objetivos:**
  - a. Conocer la operación de un dispositivo de inductancia variable.
  - b. Determinación de la característica estática tensión – desplazamiento.

### 3. Teoría.

Una corriente eléctrica que circula a través de un conductor crea un campo magnético a su alrededor. Este campo magnético se simboliza con líneas de fuerza o de campo que son circunferencias contenidas en un plano perpendicular al conductor y cuyo sentido se establece con la regla de la mano derecha.



Se denomina (B) a la intensidad del campo magnético es decir el número de líneas de fuerza por unidad de superficie.

Se denomina flujo magnético  $\Phi$  al número total de líneas que atraviesa una superficie A:

$$\Phi = B \cdot A$$

*Fuerza Electromotriz inducida.*

La fuerza electromotriz inducida en un circuito está relacionada con la variación de flujo magnético con el tiempo y viene dada por la ley de Faraday:

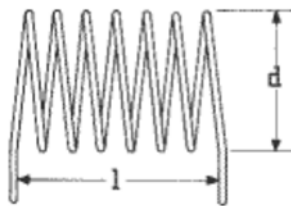
$$E = -N \frac{d\Phi}{dt} = -N \frac{d\Phi}{dI} \frac{dI}{dt} = -L \frac{dI}{dt}$$

en la que L es el coeficiente de autoinducción o inductancia:

$$L = N \frac{d\Phi}{dI}$$

La inductancia L solo depende de las características físicas del conductor. Para el cálculo de la inductancia de una bobina se utiliza la ley de Ampere que establece que:

La circulación del campo magnético B creado por un conductor arrollado en forma de bobina de N espiras viene dada por la ecuación:



$$BI = \mu IN$$

Donde  $B$  es la densidad de flujo magnético,  $l$  es la longitud de la bobina,  $\mu$  es  $\mu_0 \cdot \mu_r$ , permeabilidad magnética e  $I$  es la intensidad de corriente eléctrica.

Dado que  $B = \Phi / A$ , a partir de  $B l = \mu I N$  se tiene que

$$\frac{\Phi l}{A} = N \mu I$$

Donde  $\Phi$  es el flujo magnético y  $A$  el área.

a partir de la cual, teniendo en cuenta que  $l$ ,  $\mu$ ,  $A$  y  $N$  son constantes, se obtiene la expresión:

$$L = N \frac{d\Phi}{dI} = \mu \frac{N^2 A}{l}$$

De la propia definición de  $L$  se obtiene:

$$L = N \frac{\Phi}{I} = \mu \frac{N^2 A}{l} \rightarrow \Phi = \frac{NI}{\frac{l}{\mu A}} = \frac{M}{\mathcal{R}}$$

Donde a  $\mathcal{R}$  se le denomina reluctancia y es igual a:

$$\mathcal{R} = \frac{l}{\mu A}$$

Y

$$L = \frac{N^2}{\mathcal{R}}$$

Los sensores basados en estos principios se conocen como sensores inductivos están basados en la variación de alguno de los parámetros magnéticos.

Se clasifican en:

Sensores de inductancia variable

- Basados en la variación de la autoinducción (Self-inductance)

Sensores de reluctancia variable (Variable reluctance)

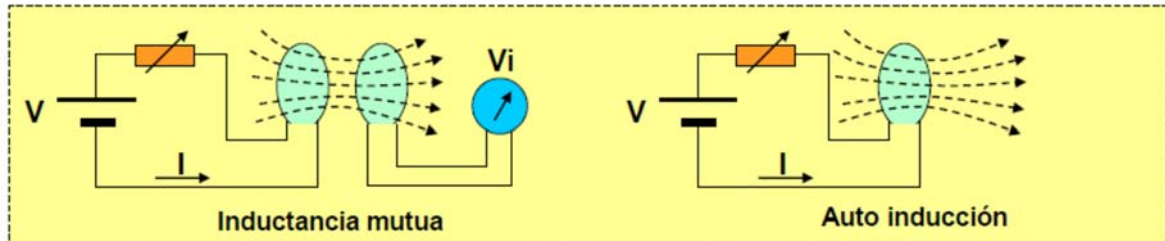
- Basados en la variación de la inductancia mutua (Mutual inductance)
  - LVDT (Linear Variable Differential Transformer)
  - Transformadores variables (Variable transformers)

Sensores magnetoelásticos.

Sensores basados en el efecto Wiegand.

Sensores basados en las corrientes de Foucault.

La inductancia en un circuito es la relación entre el flujo magnético y la corriente eléctrica que lo genera. Si se trata de la corriente que circula por el propio circuito, se denomina autoinducción ( $L$ ) y si es en otro circuito se denomina Inducción mutua.

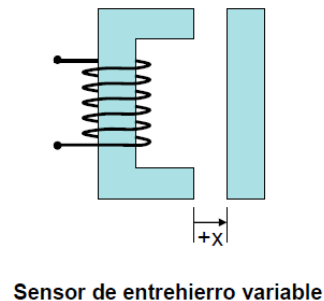
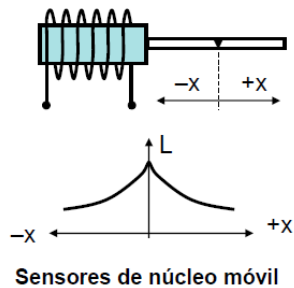


*Sensores no diferenciales.*

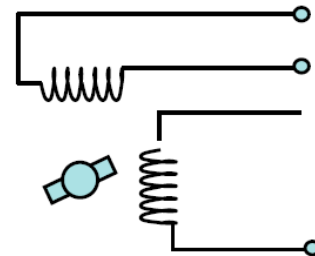
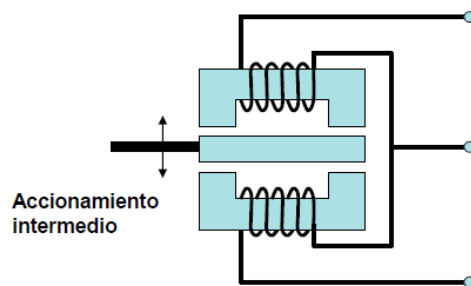
El desplazamiento es la variable más utilizada para variar una autoinducción:

- Sensores de núcleo móvil: Se modifica  $\mu$ .
- Sensores de entrehierro variable: se modifica  $l$ .

El núcleo puede ser de aire o de hierro. Con un núcleo de aire se trabaja a frecuencias más altas que con uno de hierro, pero las variaciones de la inductancia que se consiguen son pequeñas.



*Sensores diferenciales*



### *Consideraciones importantes*

Las expresiones indicadas anteriormente para la variación de la autoinducción solo son válidas si se cumplen las siguientes condiciones:

- No hay campos magnéticos parásitos (apantallamiento).
- Se trabaja a una temperatura inferior a la de Curie.
- La relación entre L y R es constante en todo el dispositivo (el flujo magnético no es disperso).

-

### *Ventajas*

- Muy estables en entornos hostiles (por ejemplo, entornos húmedos)
- Alta sensibilidad APLICACIONES Se utilizan en ambiente industrial para medir desplazamientos u otras variables que se puedan convertir en un desplazamiento (fuerza, presión, etc.), posición, proximidad de objetos metálicos férricos, etc.

## **4. Trabajo preparatorio.**

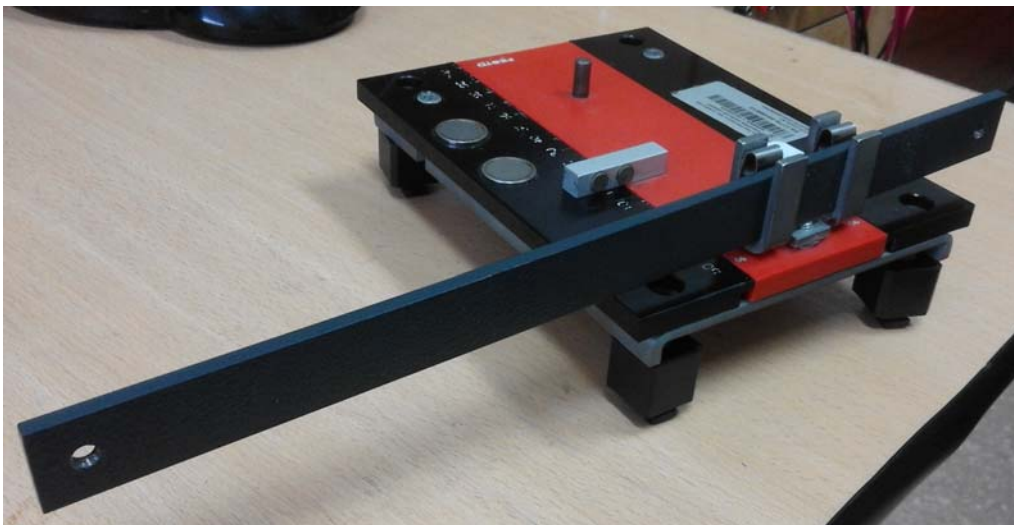
- a. Consulte las maneras de acondicionar la señal de un sensor inductivo.
- b. Consulte las características técnicas de un sensor inductivo analógico industrial de reluctancia variable.

## **5. Equipo necesario.**

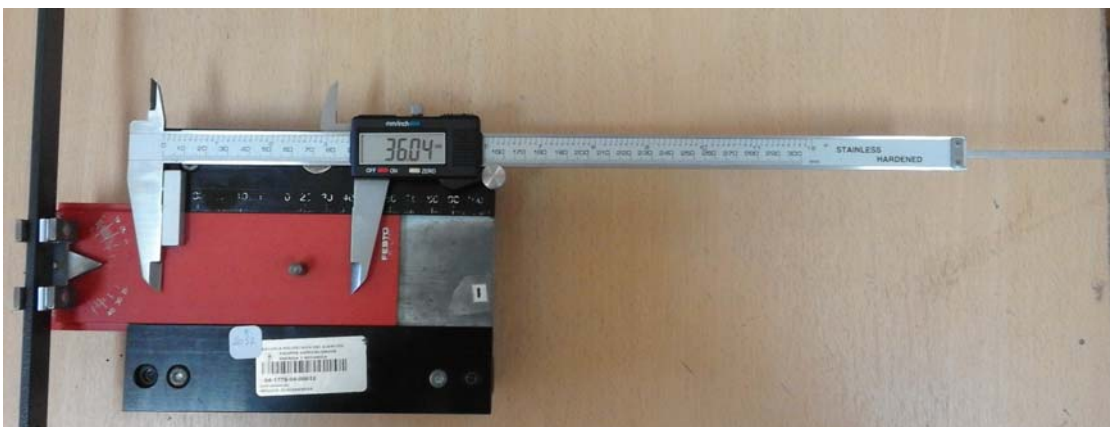
- a. Fuente de alimentación
- b. Sensor inductivo de reluctancia variable.
- c. Placa de hierro.
- d. Portaplacas.
- e. Calibrador.
- f. Multímetro y graduador (**que debe Ud. traer**).
- g. Cables de conexión.

## **6. Procedimiento.**

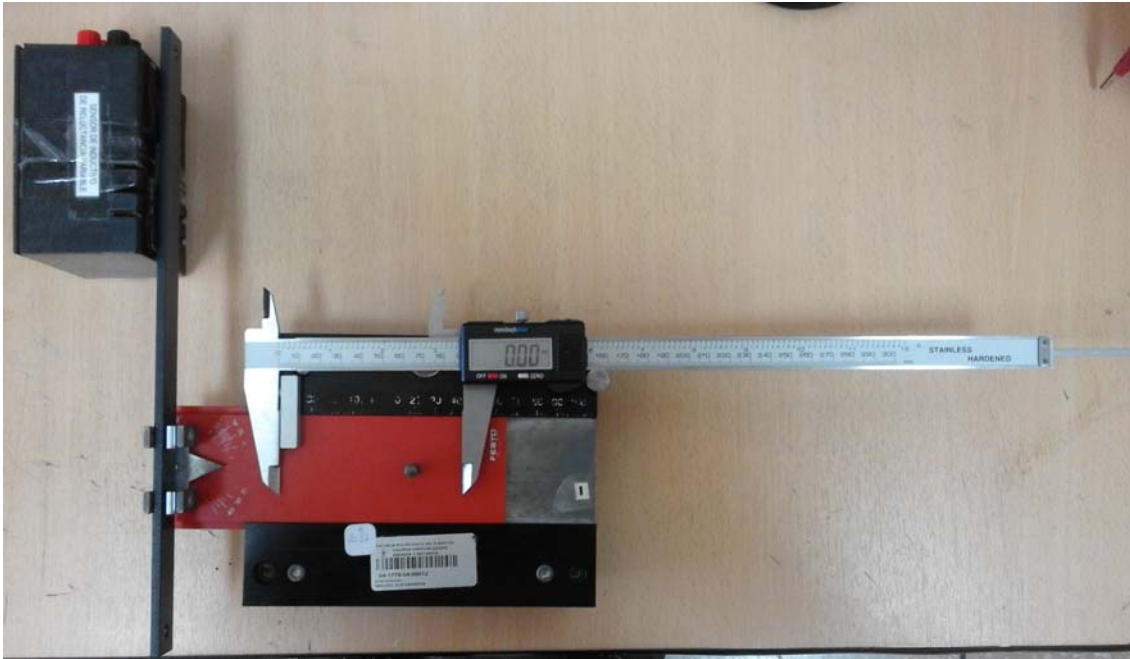
- a. Conecte el sensor a su alimentación, respetando la polaridad (cable rojo con rojo y cable negro con negro).
- b. Conecte la salida del sensor al multímetro (marcada en el sensor como SALIDA MULTIMETRO).
- c. Coloque la placa de hierro en el Portaplacas, como se observa en la imagen



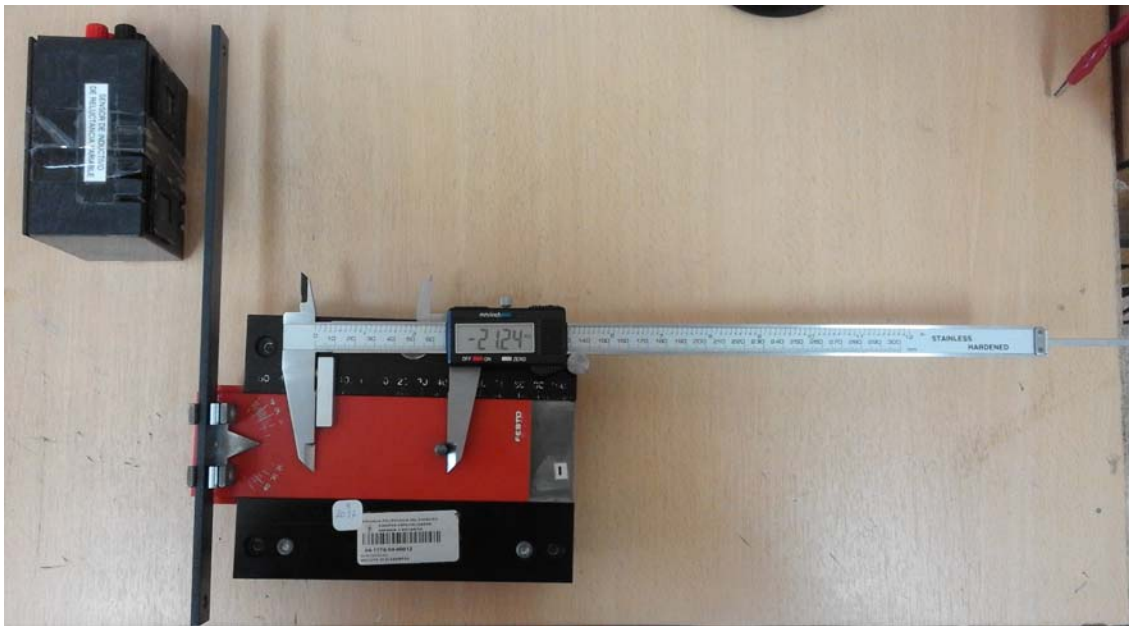
d. Ubique el calibrador en el Portaplaacas.



e. Ubique el sensor frente a la placa, de tal forma que exista contacto entre el mismo y la placa. Encere en esas condiciones el calibrador.

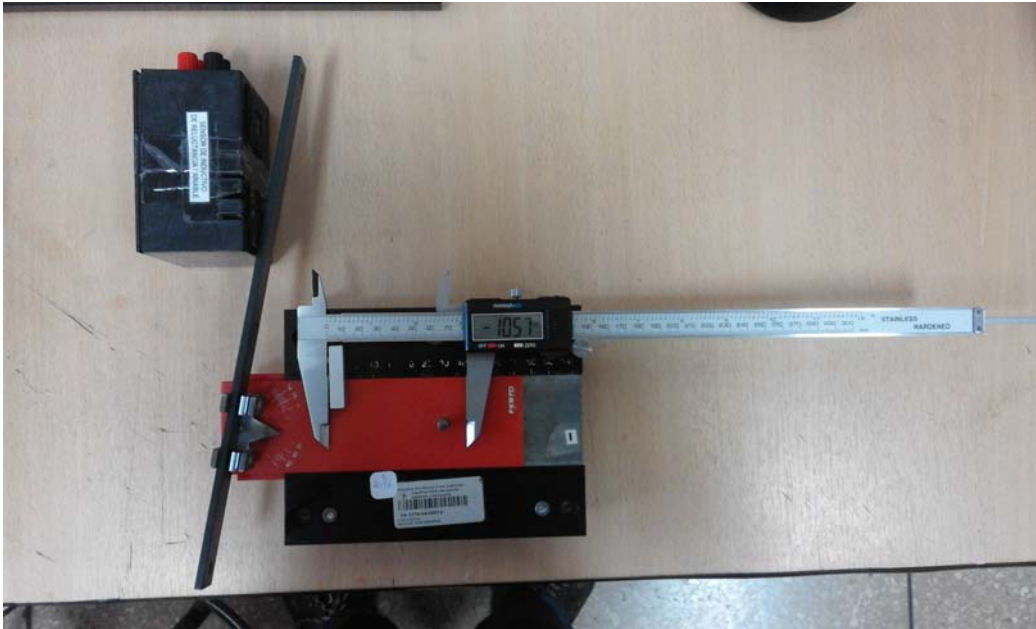


- f. Separe lentamente la placa del sensor hasta que el dispositivo este saturado (haya dejado de responder a la distancia entre la placa y el sensor). Tome diez valores en el rango de medición útil y anótelos en la hoja de respuestas. La distancia de la placa al sensor léalo en el calibrador.



- g. Gire la placa y acérquela al sensor nuevamente.





- h. Repita el procedimiento, del punto f. con la placa girada y tome 10 valores nuevamente. Anote el valor del ángulo. Anote los valores de la distancia y los voltajes generados por el sensor.
  - i. Desconecte los equipos y déjelos como se le entrego. Haga firmar sus resultados.
- 7. Informe de laboratorio.** En el informe de laboratorio hay que incluir, además a los puntos indicados en la página WEB de la asignatura, responda a los siguientes aspectos:
- a. Característica estática Voltaje-Desplazamiento.
  - b. ¿Qué tipo de voltaje genera el sensor?
  - c. ¿Qué forma gráfica tiene esta característica estática y por qué tiene esta forma?
  - d. Calcule la sensibilidad del sensor.

HOJA DE RESULTADOS

GUIA D1				GRUPO No:					
Integrantes:									

Placa paralela al sensor

<i>Desplazamiento (mm)</i>									
<i>Voltaje (V)</i>									

<i>Desplazamiento (mm)</i>									
<i>Voltaje (V)</i>									

Placa en ángulo con el sensor. Valor del ángulo = \_\_\_\_\_

<i>Desplazamiento (mm)</i>									
<i>Voltaje (V)</i>									

<i>Desplazamiento (mm)</i>									
<i>Voltaje (V)</i>									

Revisado: \_\_\_\_\_